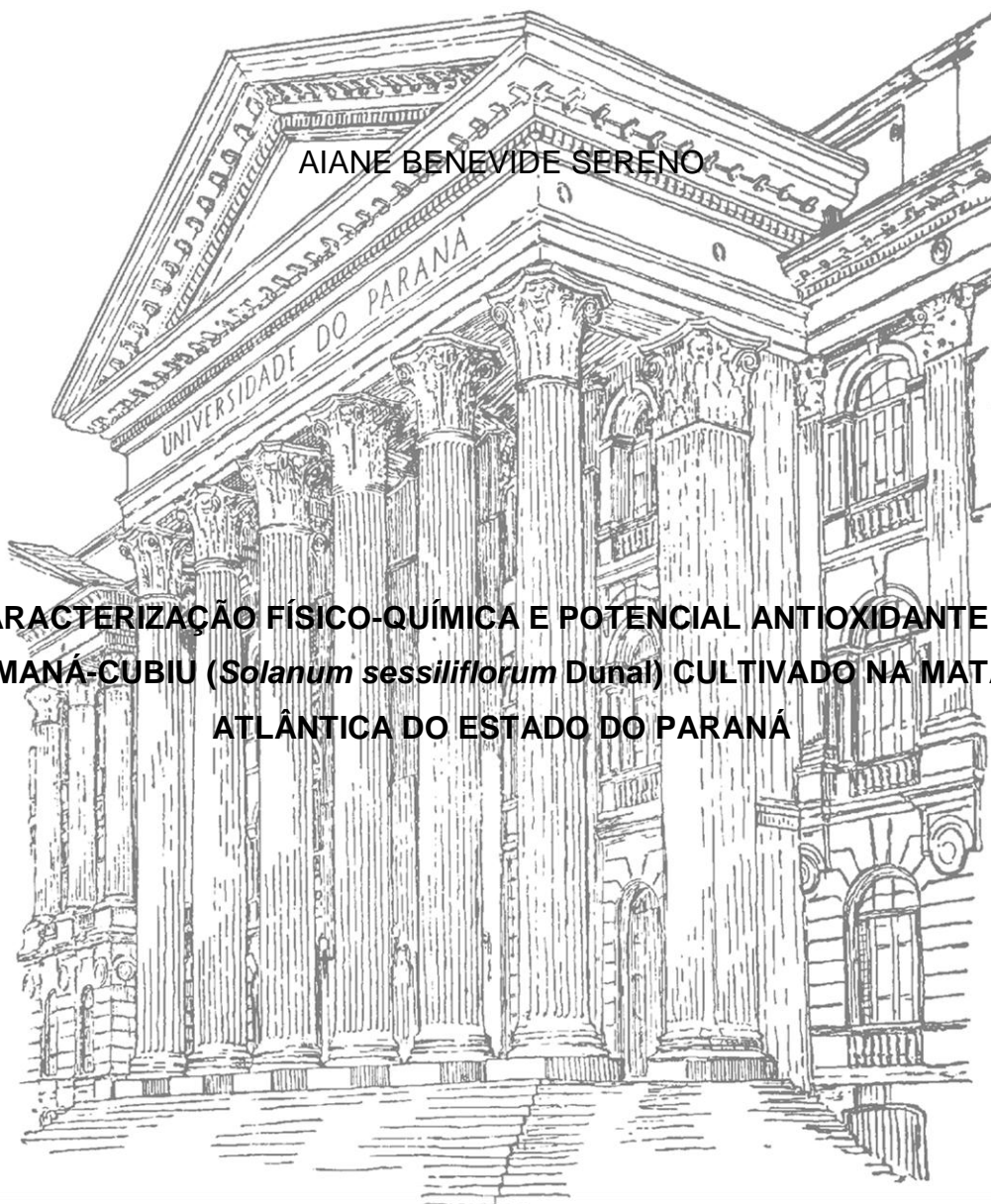


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

AIANE BENEVIDE SERENO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DO  
MANÁ-CUBIU (*Solanum sessiliflorum* Dunal) CULTIVADO NA MATA  
ATLÂNTICA DO ESTADO DO PARANÁ**



CURITIBA

2017

AIANE BENEVIDE SERENO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DO  
MANÁ-CUBIU (*Solanum sessiliflorum* Dunal) CULTIVADO NA MATA  
ATLÂNTICA DO ESTADO DO PARANÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Segurança Alimentar e Nutricional.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Claudia Hecke Krüger.  
Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Renata Labronici Bertin.

CURITIBA

2017

Sereno, Aiane Benevide

Caracterização físico-química e potencial antioxidante do maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) cultivado na Mata Atlântica do Estado do Paraná / Aiane Benevide Sereno – Curitiba, 2017.  
100 f. : il. (algumas color.) ; 30 cm

Orientadora: Professora Dra. Claudia Hecke Krüger

Coorientadora: Professora Dra. Renata Labronici Bertin

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição, Setor de Ciências da Saúde. Universidade Federal do Paraná.

Inclui bibliografia

1. *Solanum*. 2. Fruto. 3. Antioxidante. 4. Índice glicêmico. 5. Vitamina C. I. Krüger, Claudia Hecke. II. Bertin, Renata Labronici. III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDD 613.286



## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós Graduação em ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **AIANE BENEVIDE SERENO** intitulada **Caracterização Físico química e potencial antioxidante do Maná Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) produzido na Mata Atlântica do Estado do Paraná** após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rto de defesa. A outorga do título de mestre esta sujeita a homologação pelo colegiado ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós Graduação.

Curitiba 11 de Agosto de 2017

CLAUDIA CARNEIRO HECKE KRUGER  
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

JOSIANE DE FÁTIMA GASPARI DIAS  
Avaliador Externo (UFPR)

OBDULIO GOMES MIGUEL  
Avaliador Interno (UFPR)

A Deus por sempre me proporcionar as melhores oportunidades!!  
A todos os colegas que contribuíram para a realização deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à Deus, pela saúde e disposição para realização deste trabalho. Segundo a minha amiga Marília Zaparolli pelo incentivo de iniciar o mestrado, e que agora se tornou uma excelente profissional que eu muito admiro. Obrigada pela ajuda no processo seletivo, pelas correções, contribuições e por sempre estar ao meu lado em todas as etapas da vida.

Na minha graduação conheci uma professora que eu tinha completa admiração e eu sempre dizia: Quando eu crescer quero ser igual a ela, Chintia Passoni um dia eu chego lá!! Não esqueço dos seus incentivos! Agradeço a Simone Biesek pelos direcionamentos no meu processo seletivo.

Aos meus familiares pelo apoio desde o início. A minha mãe Ainoã Sereno que não se importou devido à minha correria de manter minhas coisas organizadas. Ao meu pai João Sereno por sempre me impulsionar e contribuir nessa fase. Meu pai foi meu secretário, financeiro, motorista, amigo e companheiro. Se não fosse a sua colaboração nada disto seria possível.

A professora Maria Eliana pela força desde o início, você é um exemplo de profissional e de pessoa.

A professora Claudia Hecke Krüger pela paciência, compreensão e auxílio, se eu pudesse passaria mais tempo para aprender com a sua escrita! A professora Renata Bertin pelas contribuições. À Marlene Bampi por me atender nos horários mais improváveis.

Aos técnicos do laboratório Jaqueline Leobet, Luiz Covizzi; e Adriana Souza por estarem sempre ali na torcida para que tudo desse certo. Em especial agradeço a Lindamir Tulio, que mesmo cedinho não se negou em me prestar apoio na organização com os meus experimentos, e agradeço também a disponibilidade do querido Jair Lima, do Francis Merino e da Isabela Eloise e as contribuições da Prof.<sup>a</sup> Christiane Queiroz e das colegas Luciana Gibbert e Vânia Barbosa.

A minha amiga Kely Ferracine por escutar meus anseios diariamente, por ter me suportado com meu “disco rodado” e pelas conversas saudáveis e conselhos nas horas mais valiosas, sou muito grata por sua amizade.

As funcionárias e amigas do SND do HOC. Por entender meus momentos, em especial a minha copeira Rute Lessa que sempre se preocupou com a minha “desnutrição” e sempre separava um copinho de vitamina. A graça que me ouvia diariamente e sempre usava de uma palavra de conforto, creio que você apareceu no momento certo. As nutricionistas colegas de trabalho do HUEC por compreender este meu processo.

Finalizo com este recitativo que não me deixa desistir dos meus propósitos: “Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem se desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar.” (Josué 1:9).

## RESUMO

Nos últimos anos o incentivo ao consumo de frutos e vegetais, em especial as plantas alimentícias não convencionais, vem sendo estimulado, devido à notória presença de substâncias bioativas capazes de reduzir doenças degenerativas, pela presença da atividade antioxidante. Neste contexto, surge a importância de estabelecer novas fontes destas substâncias para o consumo. Sendo assim, determinamos estudar o maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) cultivado no litoral do Paraná. A população local tem utilizado a polpa do fruto, objetivando reduzir a glicemia. Poucos estudos foram realizados avaliando este potencial. Considerando sua variabilidade genética, e a escassez de estudos quando cultivado no sul do Brasil, justifica-se a importância deste estudo. O trabalho tem por objetivo caracterizar o maná-cubiu. Foram realizadas caracterização física, físico-química (umidade, cinzas, lipídios, pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais, proteína, amido e fibras); determinação de açúcares; carotenoides; minerais e ácido ascórbico. A determinação da atividade antioxidante pelos métodos DPPH,  $EC_{50}$  e FRAP; compostos fenólicos e a determinação do índice glicêmico por digestão *in vitro*. Os frutos apresentaram peso médio de  $83,91 \pm 20,47$ g, comprimento  $5,49 \pm 0,20$  cm e diâmetro  $5,46 \pm 0,03$  cm. Seu rendimento correspondeu 86% do peso do fruto. A análise físico-química da polpa *in natura* apresentou em g.100g<sup>-1</sup>: umidade  $88,59 \pm 0,42$ , proteína  $0,83 \pm 0,02$ , lipídios  $0,25 \pm 0,03$ , amido  $2,28 \pm 0,09$ ;  $\beta$ -caroteno  $17,08 \pm 2,10$  µg/g e licopeno  $13,74 \pm 0,05$ µg/g. Para a casca *in natura* foram encontrados: umidade  $84,50 \pm 0,29$ , proteína  $1,28 \pm 0,06$ , lipídios  $0,10 \pm 0,18$ ,  $\beta$ -caroteno  $116,45 \pm 0,05$  µg/g e licopeno  $87,49 \pm 0,04$  µg/g, sendo predominantes os carotenoides na casca. A análise de colorimetria mostrou elevada correlação entre os teores de  $\beta$ -caroteno e licopeno e entre as relações  $a^*/b^*$  e  $(a^*/b^*)^2$  da polpa e exocarpo. Houve destaque na quantidade de ácidos em relação aos mono e dissacarídeos. Os compostos fenólicos totais apresentaram diferença significativa entre polpa ( $74,17 \pm 3,32$  mg EAG.100 g<sup>-1</sup>) e casca ( $197,35 \pm 2,22$  mg EAG.100g<sup>-1</sup>). A atividade antioxidante pelo DPPH e FRAP, correspondeu a  $309,93 \pm 25,72$  e  $108,99 \pm 70,92$  µmol TEAC.100g<sup>-1</sup>, respectivamente. A quantidade necessária para reduzir em 50% o radical DPPH foi de 22,84 g/L da polpa e 0,54 g/L da casca *in natura*. O fruto apresentou  $35,52 \pm 5,56$  mg/100g de ácido ascórbico. As análises estatísticas apontaram forte correlação antioxidante entre os compostos fenólicos e o método de DPPH. Os resultados indicam que o maná-cubiu é um fruto com importantes propriedades nutricionais, em destaque as fibras e proteínas. Possui pH e acidez titulável favorável para produção de geleias. Apresentou conteúdo mineral essencial e traços, como o cálcio, potássio, magnésio, manganês, zinco, cromo e cobre. Apresentou teores elevados de selênio ( $0,54 \pm 0,04$  mg/100g), ferro ( $0,44 \pm 0,06$  mg/100g) e fósforo ( $6,99 \pm 0,52$  mg/100g na casca). O fruto mostrou-se com alto teor de vitamina C e compostos fenólicos. Mostrou-se com baixo índice glicêmico e valor energético total. A determinação físico-química e a capacidade antioxidante com a casca do maná-cubiu, poderão agregar benefícios econômicos e científicos, permitindo a ampliação de seu consumo pela população.

Palavras-chave: *Solanum*; *Solanum sessiliflorum* Dunal; cocona; maná-cubiu; índice glicêmico; antioxidantes; compostos fenólicos, caracterização

## ABSTRACT

In recent years the incentive to fruit and vegetable consumption, especially unconventional food plants, has been stimulated, due to the notorious presence of bioactive substances capable of reducing degenerative diseases, due to the presence of antioxidant activity. In this context, it is important to establish new sources of these substances for consumption. Thus, we determined to study cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) grown in the Atlantic Forest of the State of Paraná. Recently the local population has used the pulp of the fruit in preparation of juices, aiming to reduce the glycemia. Few studies have been conducted evaluating this potential. Considering its genetic variability, and the scarcity of studies about its characteristics when cultivated in southern Brazil, the importance of this study is justified. The work aims to characterize cocona. Physical, chemical and physical characterization (moisture, ash, lipids, pH, titratable acidity, total soluble solids, protein, starch and fibers) were performed; determination of sugars; carotenoids; minerals and ascorbic acid. The determination of the antioxidant activity by the DPPH, EC50 and FRAP methods; phenolic compounds and the determination of the glycemic index by in vitro digestion. The fruits had an average weight of 83.91 g, length 5.49 cm and diameter 5.46 cm. Its yield corresponded to 86% of the weight of the fruit. The physico-chemical analysis of fresh pulp presented in g.100g<sup>-1</sup>: humidity 88.59, protein 0.83, lipids 0.25, starch 2.28;  $\beta$ -carotene 17.08  $\mu\text{g} / \text{g}$  and lycopene 13.74. For the in natura bark were found: humidity 84.50, protein 1.28, lipids 0.10,  $\beta$ -carotene 116.45  $\mu\text{g} / \text{g}$  and lycopene 87.49  $\mu\text{g} / \text{g}$ , being predominant the carotenoids in the bark of the fruit. The colorimetric analysis showed a high correlation between the levels of  $\beta$ -carotene and lycopene and between the ratios  $a^*/b^*$  and  $(a^*/b^*)^2$  for both the pulp and the exocarp. The amount of acids in relation to mono- and disaccharides was prominent. The total phenolic compounds showed a significant difference between pulp (74.17 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>) and bark (197.35 mg EAG.100g<sup>-1</sup>). The antioxidant activity by DPPH and FRAP corresponded to 309.93 and 108.99  $\mu\text{mol TEAC.100g}^{-1}$ , respectively. The amount required to reduce the DPPH moiety by 50% was 22.84 g / L of the pulp and 0.54 g / L of the in-shell. The fruit had 35.52 mg / 100 g of ascorbic acid. The statistical analyzes indicated a strong antioxidant correlation between the phenolic compounds and the DPPH method. The results indicate that cocona is a fruit with important nutritional properties, emphasizing the fibers and proteins. It has pH and titratable acidity favorable for the production of jellies. It featured essential mineral elements and traces in its composition, such as calcium, potassium, magnesium, manganese, zinc, chromium and copper. It presented high levels of selenium (0.54 mg / 100g), iron (0.44 mg / 100g) and phosphorus (6.99 mg / 100g in the bark). The fruit was shown to be high in vitamin C and phenolic compounds. It was shown with low glycemic index and total energetic value. The physical-chemical characterization and antioxidant capacity with the manna-cube bark may add economic benefits to small farmers living in rural areas where they can be cultivated and allow their consumption to be expanded by the population.

Keywords: *Solanum*; *Solanum sessiliflorum* Dunal; Cocona; mana-cubiu; glycemic index; antioxidants; phenolic compounds, characterization



## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

FIGURA 1 – CARACTERIZAÇÃO DO ARBUSTO E DA MUDA DO MANÁ-CUBIU .....	20
FIGURA 2 – ESTÁDIO DE MATURAÇÃO DO MANÁ-CUBIU .....	20
FIGURA 3 – VARIAÇÃO MORFOLÓGICA DE FRUTOS DO MANÁ-CUBIU AGRUPADOS EM NOVE FENÓTIPOS APRESENTADOS POR 28 ETNOVARIEDADES .....	21
FIGURA 4 – ESTRUTURA MOLECULAR DO ÁCIDO ASCÓRBICO ....	23
FIGURA 5 – FÓRMULA ESTRUTURAL DO LICOPENO E $\beta$ -CAROTENO.....	24

### CAPÍTULO 2

FIGURA 1 – MAPA DO ESTADO DO PARANÁ INDICANDO A REGIÃO DA COLEA DO MANÁ-CUBIU .....	38
FIGURA 2 – FLUXOGRAMA PÓS-COLHEITA DO MANÁ-CUBIU .....	38

### CAPÍTULO 3

#### Artigo 1

FIGURA 1 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO MANÁ-CUBIU .....	41
FIGURA 2 - CONTRIBUIÇÕES (%) PARA A INGESTÃO DIETÉTICA DE REFERÊNCIA DO FERRO MANGANÊS E ZINCO .....	57
FIGURA 3 - CONTRIBUIÇÕES (%) PARA A INGESTÃO DIETÉTICA DE REFERÊNCIA DO COBRE, CROMO E SELÊNIO .....	57

#### Artigo 3

FIGURA 1 – TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS DO MANÁ-CUBIU .....	85
---	----

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 3

#### Artigo 1

TABELA 1 – PARÂMETRO DE CALIBRAÇÃO UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO NO ICP-OES .....	44
TABELA 2 – RENDIMENTO MÉDIO DO MANÁ-CUBIU .....	45
TABELA 3 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO MANÁ-CUBIU .....	46
TABELA 4 – CARACTERIZAÇÃO DE COLORAÇÃO E TEORES DE $\beta$ -CAROTENO E A COLORAÇÃO DO MANÁ-CUBIU .....	51
TABELA 5 – CORRELAÇÃO ENTRE OS TEORES DE CAROTENOIDES E A COLORAÇÃO DO MANÁ-CUBIU .....	52
TABELA 6 - DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS MINERAIS E TRAÇOS .....	56

#### Artigo 2

TABELA 1 – CONTEÚDO DO AMIDO TOTAL, AMIDO RESISTENTE E AMIDO DIGERÍVEL .....	71
TABELA 2 – VALORES DO ÍNDICE DE HIDRÓLIS E DO ÍNDICE E CARGA GLICÊMICA NO MANÁ-CUBIU .....	73

#### Artigo 3

TABELA 1 – CONTEÚDO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO MANÁ-CUBIU .....	87
---	----

## LISTA DE SIGLAS

AA – Ácido ascórbico  
AI – Ingestão Adequada  
ANOVA – Análise de Variância  
AOAC - Associação Oficial de Químicos Analista  
ASPRAN - Produtores Rurais e Artesanais de Antonina  
ATT – Acidez Titulável  
BHA - Butil Hidroxianisol  
BHT - Butil Hidroxitolueno  
CG – Carga Glicêmica  
CLAE - Cromatografia Líquida de Alta Eficiência  
CNPQ - Conselho Nacional de Pesquisa  
DM - Diabetes Mellitus  
DPPH – 2,2-difenil-1-picril-hidrazil  
DRI - Ingestão Dietética de Referência  
EAG - Equivalentes de Ácido Gálico  
EAR - Requerimento Médio  
EPA - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos  
FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura  
FRAP- Potencial antioxidante de redução férrica  
HCl – Ácido clorídrico  
HPLC - Cromatografia Líquida de Alta Eficiência  
IAL – Instituto Adolfo Lutz  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IG – Índice Glicêmico  
IH – Índice de Hidrólise  
IOM - Instituto de Medicina  
IPGRI - Instituto Internacional de Recursos Genéticos Vegetais  
JECFA - O Comité Misto FAO / OMS de Peritos em Aditivos Alimentares  
LACAUTets - laboratório de Análises de Combustíveis Automotivos  
OMS – Organização Mundial da Saúde  
ORAC - Capacidade de Absorção de Radicais Oxigênio  
PANC'S - Plantas Alimentícias Não Convencionais

PG - Galato de Propila

PNAE - Programa Nacional de Alimentação Escolar

PNPSB - Plano Nacional de Produtos da Sociobiodiversidade

PROCAD - Programa Nacional de Cooperação Acadêmica

PTWI - Ingestão Semanal Tolerável Provisória

PVC - Policloreto de Vinila

RDA - Recomendações Diárias de Ingestão

RAPPs - Restauração de Áreas de Preservação Permanente

RMF – Resíduo Mineral Fixo

SAN - Segurança Alimentar e Nutricional

SST – Sólidos solúveis totais

TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

TEAC - Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox

TBHQ - Terc-butil Hidroquinona

TPTZ - 2,4,6-tripiridil-s-triazina

UFPR – Universidade Federal do Paraná

UL - Limite Superior Tolerável de Ingestão

UNICEF - Fundo das Nações Unidas para a Infância

UV - Ultravioleta

VET – Valor Energético Total

## LISTA DE ABREVIATURAS

Al – Alumínio

Ca - Cálcio

Cu - Cobre

Cr - Cromo

EC<sub>50</sub> - Meia Concentração Eficaz Máxima

Fe - Ferro

g - Grama

K - Potássio

Kcal- Kilocaloria

Mg - Magnésio

mg - Miligrama

mg/dL - Miligrama por Decilitro

mg/mL - Miligrama por Mililitro

mililitro mL/min - Mililitro por minuto

mmol/ L - Milimoles por Litro

Mn - Magnésio

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> - Carbonato de Sódio

NaOH – Hidróxido de Sódio

nm - Nanômetro

Ni – Níquel

P - Fósforo

pH - Potencial Hidrogeniônico

rpm- Rotação por Minuto

Se - Selênio

v/v - Volume por Colume

µg – Micrograma

Zn - Zinco

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>15</b>
2.2 Objetivos Específicos .....	15
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>16</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
3.1 CARACTERÍSTICAS DO LOCAL DE CULTIVO .....	16
3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E NUTRICIONAIS .....	16
3.3 COMPOSTOS FITOQUÍMICOS .....	19
3.4 CONTEXTUALIZAÇÃO DO MANÁ-CUBIU ( <i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal) NA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL.....	23
3.4.1 Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional .....	24
3.4.2 Desenvolvimento local e regional, políticas públicas x sociobiodiversidade	24
3.4.3 Desenvolvimento Sustentável .....	26
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>34</b>
<b>1 DELINEAMENTO DO ESTUDO .....</b>	<b>34</b>
1.1 CARACTERÍSTICA DA COLETA .....	34
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>37</b>
ARTIGO 1- Mineral, carotenoides e composição do maná-cubiu ( <i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal), um fruto silvestre brasileiro .....	37
Artigo 2 – Digestibilidade aparente do amido e determinação do índice glicêmico e carga glicêmica do maná-cubiu ( <i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal)	63
Artigo 3 - Investigação do potencial antioxidante e dos compostos fenólicos totais do maná-cubiu ( <i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal) .....	75
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>92</b>
<b>REFERÊNCIAS GERAIS .....</b>	<b>93</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O *Solanum sessiliflorum* Dunal é uma árvore arbustiva, seu fruto foi domesticado pelos índios da Amazônia Ocidental para o tratamento de queimaduras e para dar brilho aos cabelos. É popularmente conhecido pelos nomes: maná-cubiu, cocona, cubiu e em Tupi chama-se Kubi'u. O cultivo pode ser encontrado na Amazônia, Peru, Equador, Colômbia e Venezuela (OLIVEIRA, 1999; SILVA, 2002).

O maná-cubiu, pertence à família Solanaceae, considerada a mais importante para a agricultura mundial. As principais espécies incluem o tomate (*Solanum lycopersicum*), a batata (*Solanum tuberosum* L.), a berinjela (*Solanum melongena* L.), a pimenta (*Capsicum* spp) e o томарилho (*Solanum betaceum*). Os alimentos desta família estão presentes em sua maioria, na alimentação cotidiana das populações de diversas culturas (SEQUI, 2016).

Esta espécie foi introduzida recentemente na maior floresta nativa do Estado do Paraná, a Mata Atlântica, por meio do projeto Restauração de Áreas de Preservação Permanente (RAPPs), em 2015, passando a ser cultivado nos municípios de Antonina e Morretes (BIASSIO, 2011; BOLDRINI; LACERDA; CASSILHA, 2012).

O maná-cubiu é pouco procurado pelas grandes indústrias, seu plantio é realizado em pequena escala por produtores rurais, distribuído nas feiras e mercados das cidades interioranas, contribuindo para a geração de renda da população local (SCHUELTER et al., 2009). Consequentemente, o maná-cubiu é pouco consumido pelos brasileiros, podendo ser classificado como uma planta alimentícia não convencional (PANC), terminologia atribuída por Kinupp (2007), para as plantas que possuem uma ou mais partes comestíveis, nativas ou cultivadas, que não estão incluídas na alimentação cotidiana.

O maná-cubiu pode ser consumido *in natura* ou na forma de geleias, compotas, sorvetes, molhos e temperos para preparações com peixes e frangos (PEREIRA, 2001; AUGUSTO, 2002), devido ao seu sabor ligeiramente ácido, é incluído em preparações de pratos *gourmets* em restaurantes na capital do Paraná, como no ceviche, em que o maná-cubiu pode ser adicionado ao tempero do caldo; o fruto cozido em forma de purê acompanhado com carnes de porco e frango ou em outras carnes gordurosas. Esse interesse pelo fruto tem permitido a expansão de sua produção (GILSON, 2016).

Considerando suas propriedades nutritivas, o maná-cubiu possui em destaque ferro, niacina, carotenoides, vitamina A e C (VILLACHICA, 1996, PAHLEN, 1997; FILHO, 1999; RODRIGUES; MARIUTTI; MERCADANTE, 2013).

O maná-cubiu além de fornecer propriedades nutritivas, exerce efeito hipolipemiante, diminuindo o colesterol total, além de exercer influência sobre a concentração sérica da glicose e diminuir os níveis de ácido úrico no sangue (YUYAMA et al., 2005; MAIA, 2015).

Devido à escassez de estudos realizados com o maná-cubiu cultivado no litoral paranaense e das propriedades nutricionais pouco exploradas, justifica-se a importância da realização desta pesquisa.

O presente estudo é apresentado em formato de capítulos, com a seguinte divisão:

Capítulo 1: Revisão Bibliográfica

Capítulo 2: Delineamento do estudo

Capítulo 3: Artigo 1- Mineral, carotenoides e composição do maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), um fruto silvestre brasileiro

Artigo 2- Digestibilidade aparente do amido e determinação do índice glicêmico e carga glicêmica do maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal)

Artigo 3 - Investigação do potencial antioxidante e dos compostos fenólicos totais do maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal)



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Caracterizar a composição físico-química, avaliar a atividade antioxidante e determinar a digestibilidade do amido, índice e carga glicêmica do maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) cultivado na região litorânea do Estado do Paraná.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Realizar a caracterização da composição físico-química;
- Determinar e quantificar o conteúdo de minerais traços presentes;
- Determinar os teores de  $\beta$ -caroteno e licopeno em diferentes estádios de maturação;
- Determinar o teor de ácido ascórbico;
- Determinar os teores de amido total, amido resistente e amido digerível;
- Determinar o índice glicêmico e a carga glicêmica;
- Determinar o conteúdo de fenólicos totais;
- Avaliar a capacidade antioxidante do maná-cubiu.

## CAPÍTULO 1

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DO LOCAL DE CULTIVO

A Mata Atlântica é composta por um conjunto de fauna e flora com ecossistemas associados a restingas, manguezais e campos. Atualmente sua vegetação nativa está reduzida com diferentes estágios de regeneração. Mesmo com esta alteração, estima-se que existam cerca de 20.000 espécies vegetais, compreendendo 35% das existentes no Brasil, incluindo diversas espécies ameaçadas de extinção (BRASIL, 2017).

Antonina é uma cidade localizada na Mata Atlântica do litoral paranaense em uma portuária, onde 15% da população (18.891) vivem no meio rural (IBGE, 2010); em que os produtores rurais aderiram ao cultivo e ao consumo do maná-cubiu como fonte de renda familiar.

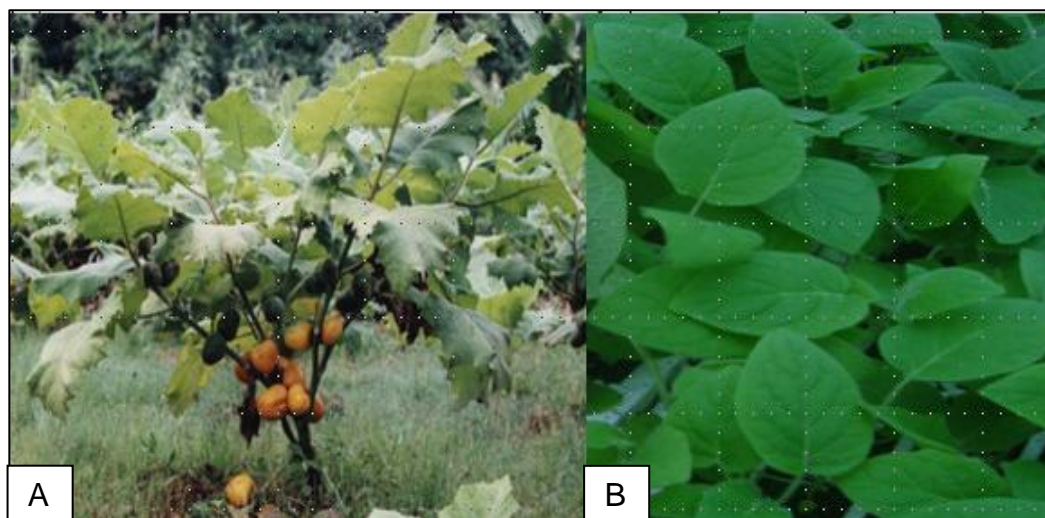
Objetivando melhorar a renda e qualidade de vida no campo, a Associação dos Pequenos Produtores Rurais e Artesanais de Antonina (ASPRAN), investe em conhecimentos para impulsionar a produtividade. Em diversas áreas, o comércio local usufrui do cultivo do maná-cubiu incluindo o processamento de produtos derivados e a realização de preparações *gourmet*, a partir da comercialização do fruto para alguns restaurantes, sendo estes os compradores de maior volume.

#### 3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E NUTRICIONAIS

O *Solanum sessiliflorum* Dunal pertence à classe Magnoliopsidas (Dicotiledôneas), à subclasse Asteridae, à ordem Solanales, à família Solanaceae, à subfamília Solanoideae, ao gênero *Solanum* e à espécie *Solanum sessiliflorum* (FILHO, 1999; TROPICOS, 2016).

É uma planta de característica arbustiva de 1 a 2 metros de altura (FIGURA 1), com condições ótimas de cultivo entre 18 e 32 °C. Seus frutos começam a crescer em aproximadamente dois meses e 20 dias após o plantio (FILHO et al., 2012; BRASIL, 2010).

FIGURA 1 – CARACTERÍSTICAS DO ARBUSTO E DA MUDA DO MANÁ-CUBIU

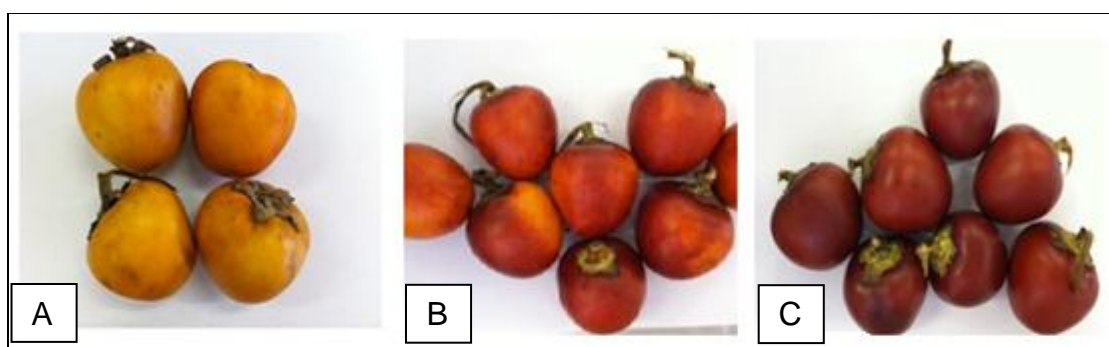


FONTE: Adaptado por FILHO et al. (2012).

LEGENDA: a) Detalhe de uma planta adulta  
b) Muda do maná-cubiu

Os frutos apresentam cor amarela aos 90 dias, laranja aos 100 dias, e após 110 dias, laranja marrom. Após sua colheita, se mantido em condições ambientais, seu consumo apropriado ocorre em até seis dias (OLIVEIRA, 1999; PIRES, 2006; SILVA; ROCHA; SALOMÃO, 2011).

FIGURA 2 - ESTÁDIO DE MATURAÇÃO DO MANÁ-CUBIU



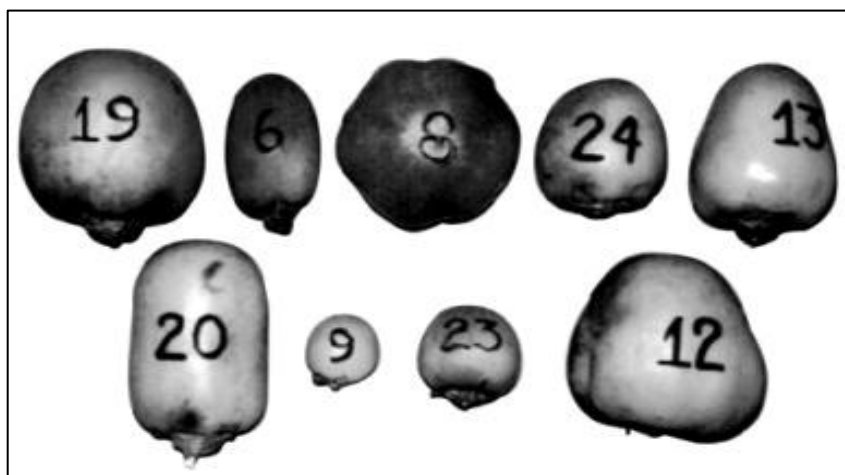
FONTE: A autora (2016).

LEGENDA: a) amarelo – 90 dias  
b) laranja – 100 dias  
c) laranja marrom – 110 dias

Seu fruto pode ser encontrado em formato cilíndrico, redondo ou achatado, podendo chegar a 500 sementes por fruto (FILHO, 1999).

A literatura revela 28 etnovariedades do maná-cubiu, com dimensões e fenótipos diferentes, demonstrados na FIGURA 3.

FIGURA 3 – VARIAÇÃO MORFOLÓGICA DE FRUTOS DO MANÁ-CUBIU  
AGRUPADOS EM NOVE FENÓTIPOS APRESENTADOS  
POR 28 ETNOVARIEDADES



FONTE: FILHO et al. (2005).

Devido à vasta diversidade estrutural do fruto, os componentes nutricionais podem apresentar variações, associadas a mudanças de solo (SALVADOR; CARVALHO; LUCCHES, 2011). Filho et al. (2005) observaram alterações nos teores de alguns minerais da polpa do fruto *in natura*: zinco (27,0 - 623,7 mg/100g); magnésio (4,3 - 32,6 mg/100g), ferro (97,3 - 352,7 mg/100g) e potássio (54,6 - 563,5 mg/100g).

Yuyama et al. (2007), quantificaram os macro e micronutrientes de oito etnovariantes do maná-cubiu, no estágio de maturação comercial, com base em 100 gramas de material seco. Os autores constataram que o fruto pode conter 1,6% de fibras e atender até 5% da ingestão diária de ferro recomendada para um adulto. Segundo os mesmos autores, o fruto apresentou em média 33 kcal a cada 100 g do fruto.

Marx, Andrade e Maia (1998) realizaram a caracterização da composição química de frutos maduros do Estado do Pará, obtendo um teor de água de 90,5%; 32,1% de carboidratos; com conteúdo significativo de ácidos cítrico e málico (14,1g e 0,36 g/ 100 g de fruta, respectivamente); e de glicose, frutose e sacarose (18,4 g, 7,0 g e 3,8 g/ 100 g de fruta, respectivamente). Segundo Agudelo (2016), este fruto

também apresenta alto teor de umidade (90%), 6% de carboidratos, baixa concentração de lipídios (<1%) e de proteínas (<0.5%).

Uma das características mais importantes observada nesse fruto é seu alto teor de niacina correspondente a 2,4 mg/100g na polpa, três vezes superior aos teores da berinjela (0,8 mg/100g de polpa), sendo este vegetal citado como referência deste composto (CAMPOS, 2005; PAHLEN, 1997; VILLACHICA, 1996).

De acordo com seu padrão respiratório o maná-cubiu classifica-se como um fruto climatérico, ou seja, mesmo após a colheita é capaz de completar seu processo de amadurecimento, adquirindo cor, textura e doçura superior ao início do seu crescimento (ASSIS, 1999; SILVA; ROCHA; SALOMÃO, 2011).

No que diz respeito à possibilidade de exportação do fruto, sem perder suas características organolépticas, Fujita (2011), observou que os frutos mantidos a 10 °C cobertos por policloreto de vinila (PVC) esticável apresentaram menores perdas de massa fresca e maiores teores de açúcares redutores, mantendo sua qualidade pós-colheita.

### 3.3 COMPOSTOS FITOQUÍMICOS

Atualmente, pesquisas estão sendo desenvolvidas com o propósito de comprovar associações entre os efeitos dos metabólitos secundários de vegetais com a prevenção e o tratamento de doenças crônicas não transmissíveis e o câncer (KAN et al., 2014; SILVA et al., 2014.; EL-ABHAR; SCHAALAN, 2014; GIL-CHÁVEZ et al., 2013; SHASHIRAKHA; MALLIKARJUNA; RAJARATHNAM, 2013).

Os metabólitos secundários são definidos como moléculas orgânicas produzidas pelas plantas, que além de apresentarem efeitos benéficos à saúde, também podem ser considerados essenciais à vida humana, tais como os tocoferóis e as provitaminas ( $\beta$ -criptoxantina e  $\beta$ -caroteno). Em contra partida, importante destacar que algumas espécies vegetais produzem metabólitos tóxicos ao consumo humano (POIROUX-GONORD et al., 2010; CAMPOS et al., 2016).

Hernandes et al. (2014), mostraram que o maná-cubiu não apresenta efeito citotóxico para células da medula óssea e efeitos genotóxicos em ratos *Wistar*, sugerindo sua segurança para consumo humano, pelo menos considerando seus efeitos genotóxicos.

Os metabólitos secundários, podem ser divididos em quatro grupos principais: terpenoides (aproximadamente 25000 compostos); alcaloides

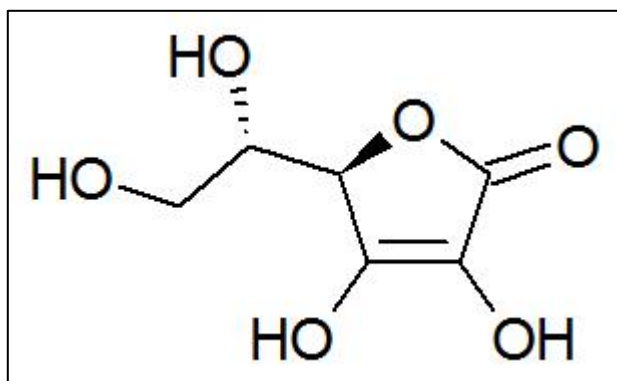
(aproximadamente 12000 compostos); compostos fenólicos (aproximadamente 8000 compostos) e compostos contendo enxofre (POIROUX-GONORD et al., 2010).

Em geral, Sies e Stahl (1995) definem os antioxidantes como “qualquer substância que, mesmo em baixas concentrações, quando comparada a do substrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação deste substrato de maneira eficaz”. Contudo, o estresse oxidativo decorre da instabilidade entre a geração de compostos oxidantes e a atuação dos sistemas de defesa antioxidante (BARBOSA et al., 2010).

Os antioxidantes são classificados em naturais ou sintéticos. Os naturais incluem os tocoferóis, o ácido ascórbico, os carotenoides e os compostos fenólicos. Os principais antioxidantes sintéticos são utilizados pela indústria de alimentos visando prevenir ou retardar a oxidação lipídica, entre eles estão o butil hidroxianisol (BHA), butil hidroxitolueno (BHT), galato de propila (PG) e o terc-butil hidroquinona (TBHQ) (RAMALHO; JORGE, 2006; SHAHIDI, 1996).

O ácido ascórbico ou vitamina C é um antioxidante natural, possui fórmula química  $C_6H_8O_6$  (FIORUCCI, 2003), cuja estrutura pode ser observada na FIGURA 4.

FIGURA 4 – ESTRUTURA MOLECULAR DO ÁCIDO ASCÓRBICO



FONTE: Google imagens (2017).

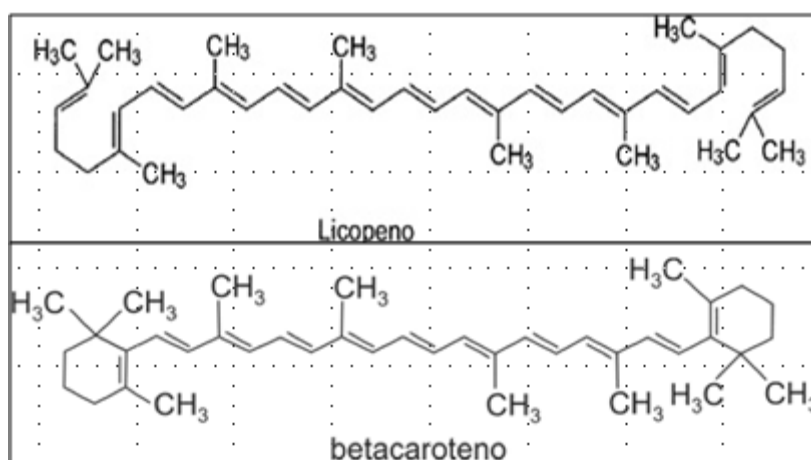
Além de fornecer atividade antioxidante, pode ser utilizado como aditivo alimentar para melhorar a qualidade do produto promovendo prevenção do brilho, aumento da vida útil (LOUARME; BILLAUD, 2012) e retardo da formação de produtos de oxidação lipídica (SHAHIDI; ZHONG, 2011). Este composto é encontrado principalmente em frutos cítricos, como na laranja, tangerina e limão,

estas possuem maior quantidade de acidez, (LORENTE et al., 2014) sendo que o maná-cubiu apresenta notável sabor ácido, sugerindo alto teor deste composto.

Os carotenoides também possuem outras funções incluindo a capacidade antioxidante. Exercem ação na regulação da diferenciação celular, no ciclo celular e apoptose; fotoproteção contra radiação ultravioleta, este utilizado em alguns produtos cosmético, além de atuar como precursores do retinol (próvitamina A). (SAINI; NILO; PARQUE, 2015).

Os principais carotenoides são o beta-caroteno, o licopeno, a luteína, a beta-criptoxantina e o alfa-caroteno, contribuindo com aproximadamente 90% dos carotenoides circulantes no organismo humano (ASTORG, 1997; PAULA et al, 2004). São comumente encontrados em vegetais vermelhos e/ou alaranjados, utilizados industrialmente como matéria prima, agregando também benefícios à saúde humana (AMAYA; KIMURA; FARFAN, 2008). As fórmulas estruturais do  $\beta$ -caroteno e do licopeno encontram-se na FIGURA 5.

FIGURA 5 – FÓRMULA ESTRUTURAL DO LICOPENO E B-CAROTENO



FONTE: Google imagens (2017).

Há maior teor de licopeno em frutos vermelhos e maior teor de  $\beta$ -caroteno em frutos amarelos, igualmente, o maná-cubiu apresenta a mistura destes dois pigmentos (WONG, 1995; CLINTON, 1998; SILVA et al., 2015), essas características podem ser observadas na FIGURA 2. Efetivamente, em especial o licopeno é um dos principais supressores biológicos de radicais livres (PELLISSARI et al., 2008).

Os compostos fenólicos são sintetizados pelas plantas durante o seu crescimento mediado a condições de estresse, sendo os antioxidantes mais

representativos do reino vegetal. Sua estrutura é composta de um anel aromático com uma ou mais hidroxilas, podendo apresentar outros grupamentos como ésteres, metil-ésteres e glicosídeos (MARTÍNEZ-VALVERDE et al., 2000; NACZK; SHAHIDI, 2004). São categorizados em combinações fenólicas, conforme demonstrado na TABELA 1.

TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS EM PLANTAS

Classe	Estrutura
Fenólicos simples, benzoquinonas	$C_6$
Ácidos hidroxibenzoicos	$C_6-C_1$
Acetofenol, ácidos fenilacéticos	$C_6-C_2$
Ácidos hidroxicinâmicos, fenilpropanóides	$C_6-C_3$
Nafitoquinonas	$C_6-C_4$
Xantonas	$C_6-C_1-C_6$
Estilbenos, antoquinonas	$C_6-C_2-C_6$
Flavonóides, isoflavonóides	$C_6-C_3-C_6$
Lignanas, neolignanas	$(C_6-C_3)_2$
Biflavonóides	$(C_6-C_3-C_6)_2$
Ligninas	$(C_6-C_3)_n$
Taninos condensados	$(C_6-C_3-C_6)_n$

FONTE: Angelo e Jorge (2007).

Uma das ações que os compostos fenólicos apresentam é sua capacidade antioxidante, tanto para os alimentos quanto para o organismo. No organismo, estudos evidenciam que o consumo de alimentos ricos em fenóis, entre eles os cereais, as leguminosas e seus subprodutos podem prevenir contra doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2 e câncer gastrointestinal (KERRY; ABBEY, 1997; BRAVO, 1998; CROFT, 1998; FERGUSON; HARRIS, 1999; CHANDRASEKERA; SHAHIDI, 2010).

Deste modo, as determinações físico-químicas dos frutos garantem a quantificação dos macro e micronutrientes e compostos secundários, agregando qualidade ao produto final e fornecendo informações seguras aos consumidores (YAHIA, 2010).



### 3.4 CONTEXTUALIZAÇÃO DO MANÁ-CUBIU (*Solanum sessiliflorum* Dunal) NA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

O litoral paranaense foi ocupado nos últimos 30 anos por imigrantes em condições de pobreza e insegurança alimentar que ali se instalaram em busca de melhores condições de trabalho e moradia. Em muitas das vezes construíram suas casas de maneira irregular. Com isso, não houve espaço suficiente para organizar as atividades econômicas dessa população, que se beneficia basicamente de atividades vinculadas ao turismo (ESTADES, 2003).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), demonstram que a renda média dos moradores do litoral do Paraná encontra-se abaixo de outras regiões mais desenvolvidas do Estado. Além das atividades relacionadas ao turismo da região, alguns são dependentes da prestação de serviços rurais esporádicos, aposentadoria de um dos integrantes da família ou auxílio do Programa Bolsa Família (SCHNEIDER, 2003).

Diante deste contexto, algumas ações foram criadas para geração de recursos financeiros no local. A ação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) é destinada a estimular geração de renda e melhorar o uso da mão de obra familiar, o que já ocorre em Morretes e Antonina. Uma pesquisa realizada por Bossani (2011) constatou que entre os agricultores 50% em Morretes e 40% em Antonina recebem esse tipo de financiamento, mostrando a importância da atuação do Estado entre os seus habitantes.

Para melhoria da renda, a Associação de Pequenos Produtores Rurais e Artesanais de Antonina (ASPRAN) também vem promovendo o aproveitamento dos frutos da sociobiodiversidade, nos quais as mulheres dos agricultores contribuem para a produção de produtos derivados dos frutos, comercializados em feiras orgânicas e mercados municipais.

O conceito da sociobiodiversidade envolve a relação entre a diversidade biológica, os sistemas agrícolas tradicionais (agrobiodiversidade) e o uso destes recursos atrelados ao conhecimento e cultura das populações tradicionais e agricultores familiares (IPE, 2015).

Os alimentos produzidos de modo sustentável são livres de agrotóxicos, protegem a biodiversidade, contribuem como fonte de trabalho, respeitam e

aperfeiçoam saberes e formas de produção tradicional, sendo definidos como alimentos orgânicos e de base agroecológica (BRASIL, 2014),

Quando um indivíduo adquire alimentos orgânicos contribui para a promoção de uma alimentação de qualidade e de seus determinantes para a manutenção da saúde adequada, agregando valorização à agricultura familiar (FERNANDES; KARNOPP, 2014).

#### 3.4.1 Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional

O conceito de soberania alimentar abrange o direito dos povos definirem sobre suas próprias estratégias sustentáveis de produção, garantindo o alimento a toda população. Baseia-se em pequenas e médias produções, considerando suas maneiras de plantios, objetivando eliminar a fome e a desnutrição, garantindo a Segurança Alimentar e Nutricional (FMSA, 2001).

As mulheres, em que a soberania alimentar nos traz a equidade de gênero no campo, protagonizam não só o auxílio ao marido, mas repartem o trabalho, sendo fundamentais no processo de produção, pois os proprietários dão preferência para a realização das tarefas de colheita por serem mais cuidadosas. Muitas das vezes se esforçam em trabalhar em duas propriedades para obter uma reserva financeira nos períodos de escassez (BIASSIO, 2011).

A valorização dos alimentos regionais tem tido enfoque em relação à Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) nas comunidades onde se produz seu próprio alimento, como base de suas refeições. A SAN é um campo de concepções e práticas alimentares que envolvem o consumo do alimento como garantia do Direito Humano a uma alimentação adequada em qualidade e quantidades suficiente de modo permanente e acessível, com medidas sustentáveis, socioeconômica e agroecológica (BRASIL, 2006).

#### 3.4.2 Desenvolvimento local e regional, políticas públicas x sociobiodiversidade

O fruto exótico com sabor peculiar tornou-se uma possibilidade de mercado atrativo aos produtores rurais de Antonina e Morretes (MESA AO VIVO PARANÁ, 2015 e GILSON, 2013). O maná-cubiu é importante tanto para formação de cadeias produtivas, quanto aos benefícios para a saúde humana, podendo promover ação hipoglicemiante e hipocolesterolêmica (YUYAMA et al., 2005; MAIA, 2015). A produção do maná-cubiu pode ser aprimorada com a implementação de políticas de

incentivo (treinamento, orientação e capacitação) direcionadas à promoção da sustentabilidade, a fim de promover a Segurança Alimentar e Nutricional.

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutos no mundo, correspondendo a 6% da produção mundial (ANDRIGUETO et al., 2010); mesmo com essa diversidade biológica, há uma monotonia alimentar nos hábitos alimentares da população brasileira, com isso estão sendo criadas estratégias para garantia do consumo de alimentos regionais, como por exemplo a Cartilha de Alimentos Regionais Brasileiros que visa a promoção da biodiversidade (BRASIL, 2015; BRASIL, 2002).

A alimentação escolar tem sido um dos recursos para aquisição de alimentos provenientes da agricultura familiar, contribuindo para inclusão de alimentos saudáveis nas refeições de crianças e adolescentes em idades escolares (BRASIL, 2009).

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) abrange alimentação saudável e adequada com a participação da sociedade no controle social, e a inserção na educação alimentar e nutricional no ensino e aprendizagem, formando uma geração do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2009).

Sugere-se o direcionamento de frutos da biodiversidade brasileira igualmente ao maná-cubiu, rico em niacina, ferro, vitamina A e C, para contribuição de uma alimentação saudável em escolas regionais (FILHO, 1999; PAHLEN, 1997; VILLACHICA, 1996).

Diante desse contexto, se faz necessário políticas governamentais efetivas que estimulem o cultivo e o manejo de espécies brasileiras pela população. Pois havendo local para plantar e riqueza proveniente das diversidades naturais, haverá condições de dispor desses alimentos à mesa da população.

Desta forma, o estado brasileiro tem adotado políticas e programas para a garantia da segurança alimentar e do meio ambiente, entre elas, o Plano Nacional de Produtos da Sociobiodiversidade (PNPSB), que têm por objetivo promover a conservação e o uso sustentável da biodiversidade, garantindo alternativas de geração de renda para comunidades rurais, pelas políticas de créditos, a assistência técnica e extensão rural, a mercados e aos instrumentos de comercialização, além da política de garantia de preços mínimos (BRASIL, 2015).

### 3.4.3 Desenvolvimento Sustentável

O termo sustentabilidade surgiu em meados do século XXI, onde ocorre à interação entre o homem e a natureza, com o crescimento da poluição, extinção de espécies e aquecimento global. Diante desta condição, foi gerado o desenvolvimento sustentável, ideologia para garantir a conservação do solo, atenção social e ecológica, combatendo o desperdício e a limitação do crescimento econômico em relação à escassez dos recursos naturais, com condições necessárias para o futuro da humanidade (MORGAN et al., 2010; GIBBERD, 2003).

Medidas sustentáveis devem ser atribuídas aos agricultores, pois uma nação deve obter seu próprio subsídio alimentar como instrumento de sobrevivência, reduzindo a fome e a pobreza, por meio do desenvolvimento econômico local, de produção e consumo, sem depender do mercado internacional.

Algumas empresas transnacionais reconhecem que os alimentos servem para compra e venda, não associam à importância da administração dos recursos naturais da cultura, agricultura e a saúde (ROSSET; MARTÍNEZ, 2004).

Diversos frutos vêm sendo explorados pela indústria farmacêutica e de tecnologia de alimentos, com enfoque no tratamento de doenças e manutenção da saúde humana, aumentando a perspectiva da produção de alimentos em massa. Surgindo dentro do sistema agroalimentar alguns segmentos vinculados pela mídia com a proposta de uma dieta saudável, associados muitas das vezes com preços elevados (FRIEDMANN, 2000).

A produtividade agrônômica muitas vezes só visa o lucro, não garante a distribuição dos alimentos e a Segurança Alimentar e Nutricional. Devemos garantir a sustentabilidade do solo, a preservação da cultura regional, evitar a exploração do trabalho no campo, a mão de obra barata, o trabalho infantil, até mesmo substituição da produção manual por máquinas, podendo colocar em risco a fonte de renda no campo, aumentando os determinantes da fome e da miséria.

A produção do maná-cubiu pelas comunidades rurais é importante, pois oferece o fruto orgânico sem uso intencional de agrotóxicos, além da prática da agroecologia e saber ambiental, onde se geram técnicas para lavrar a terra e recombinar os gens da vida, utilizando sempre a mesma semente da região, além de multiplicar a capacidade de fotossíntese florística (LEFF, 2002).

O fruto do *Solanum sessiliflorum* Dunal começa a ser formado com aproximadamente sete meses após a sementeira, se colhido verde sua maturação demora um mês, o que significa ótima possibilidade de armazenamento. Contudo, seu fruto possui bom aproveitamento em diversas preparações, podendo ser cultivado de maneira agroecológica, ou seja, sem o uso de agrotóxico (MARX, ANDRADE e MAIA, 1998).

A contextualização inserida nos remete a importância e necessidade de pesquisar os frutos nativos e regionais do nosso país, pois trazem alternativas de consumo, promoção da saúde humana e garantia de trabalho aos pequenos agricultores, contribuindo também para conhecimento científico de todos. Podemos concluir com essa discussão referenciada que o maná-cubiu, além de fornecer benefícios nutricionais, pode ofertar benefício sustentável e social e auxiliar na melhoria socioeconômica familiar das comunidades rurais de Antonina e Morretes.

## REFERÊNCIAS

- AGUDELO, C; MORAGA, G.; NAVARRETE; N.M. Implication of Water Activity on the Bioactive Compounds and Physical Properties of Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) Chips. **Food Bioprocess Technology**, v. 9, p.161–171, 2016.
- AMAYA, D.R.; KIMURA, M.; FARFAN, J.A. Fontes brasileiras de carotenoides. **Tabela Brasileira de Composição de Carotenóides em Alimentos**, 2008.
- ANGELO, P.M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão **Revista do Instituto Adolfo Lutz** (Impr.), São Paulo, v. 66 n. 1, 2007.
- ASSIS, J.S. de. Fisiologia pos-colheita de hortaliças. Congresso Brasileiro de Olericultura, 38., 1998, Pelotina, PE. Anais. Pelotina: **EMBRAPA** Semi-árido/SB, 1999.
- ASTORG, P. Food carotenoids and cancer prevention: An overview of current research. Trends in **Food Science & Technology**, v. 8, n. 12, p. 406-413, 1997.
- BARBOSA, K.B.F. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de hortaliças não-convencionais. Brasília: **Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo** - Mapa/ACS, p. 92, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Alimentos regionais brasileiros / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed. – Brasília : Ministério da Saúde, p.484, 2015.
- BRASIL. Ministério do meio ambiente. Mata Atlântica. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>. Acesso em 22 de julho de 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Alimentos regionais brasileiros, Secretaria de Políticas de Saúde, Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. – 1. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2002.
- BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutrition significance. **Nutrition Reviews**, New York, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.
- BIASSIO, A. Agrobiodiversidade em escala familiar nos municípios de antonina e morretes (pr): base para sustentabilidade socioeconômica e ambiental. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, 2011.
- BRASIL. MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/perguntasfrequentes?catid=17>>. Acesso em: 09 maio 2017.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil.Lei n.º 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional – SISAN com vistas a assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de atenção à saúde. Departamento de atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira / ministério da saúde, secretaria de atenção à saúde, departamento de atenção Básica. – 2. ed. – Brasília : ministério da saúde, p. 156, 2014.

BRASIL. FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO E EDUCAÇÃO. Disponível em: <<http://www.fnnde.gov.br/programas/alimentacao-escolar/agricultura-familiar>>. Acesso em: 09 maio 2017.

CAMPOS, S.C.; SILVA, C.G.; CAMPANA, P.R.V.; ALMEIDA, V.L. Toxicidade de espécies vegetais. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.18, n.1,p.373-382, 2016.

CAMPOS, H. Roça social industrial investimento com foco na economia social. Mana cubiu. Potencialização da agricultura familiar. SDT/MDA. Município, Planaltina de Goiás - GO, 2005.

CHANDRASEKARA, A.; SHAHIDI, F. Content of insoluble bound phenolics in millets and their contribution to antioxidant capacity. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, n. 58 , p. 6706–6714, 2010.

CLINTON, S.K. Lycopene: Chemistry, biology, and implications for human health and disease. **Nutrition Reviews**, v., 56, n. 2, p. 31-5, 1998.

CROFT, K.D. The chemistry and biological effects of flavonoids and phenolic acids. **Annals of the New York Academy of Science**, New York, n. 854, p.435-442, 1998.

EL-ABHAR, H.S.; SCHAALAN, M.F. Phytotherapy in diabetes: Review on potential mechanistic perspectives. **World J Diabetes**, v. 5, n. 2, p. 176-97, 2014.

ESTADES, N.P. O Litoral do Paraná: Entre a riqueza natural e a pobreza social. Desenvolvimento e Meio Ambiente, **Editora UFPR**, n. 8, p. 25-41, 2003.

FERGUSON, L.R.; HARRIS, P.J. Protection against cancer by wheat bran: role of dietary fibre and phytochemicals. **European Journal of Cancer Prevention**, Oxford, v.8, n.1, p.17-25, 1999.

FILHO, D. F. S.; ANDRADE, J. S.; CLEMENT, C. R., MACHADO, F. M.; NODA, H. “Correlações fenotípicas, genéticas e ambientais entre descritores morfológicos e químicos em frutos de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) da amazônia,” **Acta Amazônica**, v. 29, n. 4, p. 503–511, 1999.

FIORUCCI, A. R. A Importância da Vitamina C na Sociedade Através dos Tempos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.17, 2003.

FILHO, D.F.S.; YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; OLIVEIRA, M.C.; MARTINS, L.H.P. Characterization and evaluation of the agronomic and nutritional potential of ethnovarieties of cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) in Amazonia, **Acta amazonica**, v. 35, n. 4, p. 399,406, 2005.

FERNANDES, D.M.M.; KARNOPP, E. A agricultura familiar e a cadeia produtiva de alimentos orgânicos: conquistas. **Revista de desenvolvimento econômico**, Ano XVI, n. 29, 2014.

FILHO, D. F. S.; ANDRADE, J. S.; CLEMENT, C. R.; MACHADO, F. M.; NODA, H. "Correlações fenotípicas, genéticas e ambientais entre descritores morfológicos e químicos em frutos de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) da amazônia," **Acta Amazônica**, v. 29, n. 4, p. 503–511, 1999.

FMSA. Fórum Mundial de Soberania Alimentar. Relatório Final. **FMSA**: Havana, 2001.

FRIEDMAN H. Economia Mundial de Alimentos Sustentável. In: Belik W, Maluf RS (orgs.). Abastecimento e segurança alimentar - Os limites da liberalização. Campinas: **IE/UNICAMP**, p. 1-21, 2000.

GIBBERD, J. Building systems to support sustainable development in developing countries. **CSIR**, Division of Building and Construction Technology Pretoria, 2003.

GILSON, G.J. Produtos & Ingredientes. Os encantos do maná-cubiu, Bom Gourmet. Gazeta do povo. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/bomgourmet/os-encantos-mana-cubiu/>>. Acesso em: 09 maio 2017.

GIL-CHÁVEZ.; VILLA, J.A.; AYALA-ZAVALA, J.F.; HEREDIA, J.B.; SEPULVEDA, D.; YAHIA, E.M.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A. Technologies for Extraction and Production of Bioactive Compounds to be Used as Nutraceuticals and Food Ingredients: An Overview. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 12, n. 1, p. 5-23, 2013.

HERNADES, L.C. et al., In vivo assessment of the cytotoxic, genotoxic and antigenotoxic potential of maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) fruit. **Food Research International**, v. 62, n. 121-127, 2014.

IBGE. Censo demográfico, 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/default\\_sinopse.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/default_sinopse.shtm)>. Acesso em: 09 maio 2017.

IPE. Instituto de Pesquisas Ecológicas. Disponível em: <<http://www.ipe.org.br/projetos-baixo-rio-negro/projeto-sociobiodiversidade>>. Acesso em: 09 maio 2017.

KAN, T.; MUTTALIP, G.; SEZAI, E.; FERHAD, M.; FERIT, C.; MUSTAFA, K.G.; OSSAMA, K.; MUHAMMAD, Z.U. Phenolic compounds and vitamins in wild and cultivated apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruits grown in irrigated and dry farming conditions. **Biological Research**, v. 47, n. 1, p. 46, 2014.

KERRY, N.L.; ABBEY, M. Red wine and fractionated phenolic compounds prepared from red wine inhibit low density lipoprotein oxidation in vitro. **Atherosclerosis**, Limerick, v.135, n.1, p.93-102, 1997.



LEFF, E. Agroecologia e saber ambiental. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.1, 2002.

LORENTE, J.; VEGARA, S.; MARTI, N.; LBARZ, A.; COLL, L.; HÉRNANDEZ, J.; VALERO, M.; SAURA, D. Chemical guide parameters for Spanish lemon (*Citrus limon*(L.) Burm.) juices. **Food Chemistry**, 162, 1, 186-191, 2014.

LOUARME, L.; BILLAUD, C. Evaluation of ascorbic acid and sugar degradation products during fruit dessert processing under conventional or ohmic heating treatment LWT – **Food Science and Technology**, 49, p. 184-187, 2012.

MARTÍNEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M.J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.50, n.1, p.5-18, 2000.

MARX, F.; ANDRADE E.H.A.; MAIA, J.G. Chemical composition of the fruit of *Solanum sessiliflorum*. **Zeitschrift für Lebensmittel - Untersuchung und - Forschung A.**, n. 206, p. 364-66, 1998.

MORGAN, K.; SONNINO, R. The School Food Revolution: Public Food and the Challenge of Sustainable Development. **Medicine & Health Science Books**, 2010.

MAIA, J.R.P. Efeito hipolipemiante da suplementação dietética com a farinha do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) em ratos hipercolesterolêmicos, **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Campinas, v.17, n.1, p.112-119, 2015.

MESA AO VIVO PARANÁ. Um reality Show em gastronomia, setembro 2015 Disponível em: <<http://www.mesaaovivoparana.com.br>>. Acesso em: 09 maio 2017.

OLIVEIRA, H.P. Elaboração de nectar de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) e avaliação das características físico-químicas e sensoriais durante o armazenamento. 1999. 68 f. Tese (Doutorado)-Universidade do Amazonas, Manaus, 1999.

PAHLEN, A.V. Cubiu (*Solanum tojiro* (Humb & Bonpl.) uma fruteira da Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 7, n. 3, p. 301-307, 1977.

PAULA, T.P.; PERES, W.A.F.; CARMO, M.G.T. Carotenoids in treatment and prevention of cancer. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 19, n. 2, p. 100-8, 2004.

PELISSARI, F.M.; RONA, M.S.S.; MATIOLI, G. O licopeno e suas contribuições na prevenção de doenças. **Arquivos do Mudi**, v.12, n.1, p. 5-11, 2008.

PIRES, A.M.B.; SILVA, P.S.; NARDELLI, P.M.; GOMES, J.C.; RAMOS, A.M. Caracterização e processamento de cubiu (*Solanum sessiliflorum*). **Revista Ceres**, v. 53, n. 307, p. 309-316, 2006.

POIROUX-GONORD; BIDEL, L.P.; FANCIULLINO, A.L.; GAUTIER, H.; LAURI-LOPEZ, F.; URBAN, L. Health Benefits of Vitamins and Secondary Metabolites of Fruits and Vegetables and Prospects To Increase Their Concentrations by

Agronomic Approaches. **Journal of Agricultural and food Chemistry**, v. 58, p. 12065 – 12082, 2010.

RAMALHO, V.C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Revista Química Nova**, v. 29, n. 4, São Paulo, 2006.

ROSSET, P.; MARTÍNEZ M.E. Soberania Alimentaria: reclamo mundial del Movimiento Campesino. 2004. Disponível em: <[www.cerai.es/fmra/archivo/rosset2/.pdf](http://www.cerai.es/fmra/archivo/rosset2/.pdf)>. Acesso em: 09 maio 2017.

SILVA, E.B.; RAPOSO, M.C.M.; CONCEIÇÃO, M.M.; SANTOS, V.O. Capacidade antioxidante de frutas e hortaliças. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 10, n. 5, p. 93 - 98, 2015.

TROPICOS. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx?name=SOLANUM+SESSILIFLORUM+DUNAL&commonname=>>>. Acesso em 03 de agosto de 2016.

SAINI, R.K.; NILE, S.H.; PARK, S.W. Carotenoids from fruits and vegetables: Chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. **Food Research International**, v. 76, n. 3, p. 735–750, 2015.

SALVADOR, J.T.; CARVALHO, T.C.; LUCCHES, L.A.C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.

SCHNEIDER, S. A. Pluriatividade na Agricultura Familiar. Porto Alegre: **UFRGS** – Universidade Federal do Rio Grande, p. 253, 2003.

SHAHIDI, F. Natural antioxidants: an overview. In: Shahidi F. Natural Antioxidants: chemistry, health effects, and applications. New foundl and: **Aocs**; p.1-11. 1996.

SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. "Revisiting the Polar Paradox Theory: A Critical Overview." **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 8, p. 3499-3504, 2011.

SHASHIREKHA, M.N.; MALLIKARJUNA, S.E.; RAJARATHNAM, S. Status of bioactive compounds in foods, with focus on fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 55, n. 10, p. 1324-39, 2015.

SIES, H.; STAHL, W. Vitamins E and C, b-carotene, and other carotenoids as antioxidants. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 62, n. 6, p.1315-1321, 1995.

SILVA, F.D.F.; MACHADO, F.M.; NODA, H.; YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; SOUZA, V.G. Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal): Aspectos agrônômicos e nutricionais. **INPA**, Manaus, AM, p. 39, 2012.

SILVA,D.F.P; ROCHA, R.H.C; SALOMÃO, L.C.C. Postharvest quality of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) stored under ambient condition. **Revista Ceres, Viçosa**, v. 58, n.4, p. 476-480, 2011.

SILVA, L.M.R.; TEIXEIRA, F.E.A.; SILVA, R.N.M.; PINTO, V.I.G.; WILANE, F.R.; BRASIL, I.M.; GOMES, C.L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, 15, n. 143, p. 398-404, 2014.

VILLACHICA, H. Cocona (*Solanum sessiflorum* Dunal). In: VILLACHICA, H. Frutales y hortalizas promisorios del Amazonas. Lima: **Secretaria Pro-Tempore**, p. 98-102, 1996.

WONG, D.W.S. Química de los alimentos: mecanismos y teoría. Zaragoza: **Editorial Acribia S.A.** p.165-215, 1995.

YAHIA, E. M.; DE LA ROSA, L.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZÁLEZ-AGUILA, G.A. The Contribution of Fruit and Vegetable Consumption to Human Health. Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability. **Hoboken: Wiley-Blackwell**, p. 3-5, 2010.

YUYAMA, K.L.O.; MACEDO, S.H.M.; AGUIAR, J.P.L.; FILHO, D.S.; YUYAMA, K., FÁVARO, D.I.T.; VASCONCELLOS, M.B.A. Quantificação de macro e micro nutrientes em algumas variedades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Acta Amazonica**, 37, 3, 425-30, 2007.

## CAPÍTULO 2

### 1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

O presente estudo pertence a um projeto maior denominado “Qualidade Nutricional e Fitoquímica de Frutos da Sociobiodiversidade” aprovado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq 010004/2015-7), que busca o incentivo ao consumo de frutos da biodiversidade brasileira, podendo servir de inclusão ao Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).

Os experimentos com o maná-cubiu foram realizados em parceria com a Universidade Federal de Pernambuco pelo projeto PROCAD/CASADINHO, que apoia a formação de redes de pesquisa visando à promoção, o fortalecimento e a consolidação de Programas de Pós-Graduação *stricto sensu* (BRASIL, 2011).

#### 1.1 CARACTERÍSTICA DA COLETA

O maná-cubiu foi coletado no mês de maio de 2016, na Associação de Pequenos Produtores Rurais e Artesanais de Antonina (ASPRAN), situada na estrada do Rio Pequeno, s/n, Cachoeira, no município de Antonina, litoral do Paraná (FIGURA 1). O fluxograma das etapas realizadas neste estudo encontra-se na FIGURA 2 e a autorização de acesso e remessa da amostra de componente do patrimônio genético com nº 010004/2015-7 encontra-se no ANEXO 1.

FIGURA 1 – MAPA DOS ESTADOS BRASILEIROS INDICANDO A REGIÃO DA COLETA DO MANÁ-CUBIU



FONTE: Adaptado do site Pintrest.com (2017)


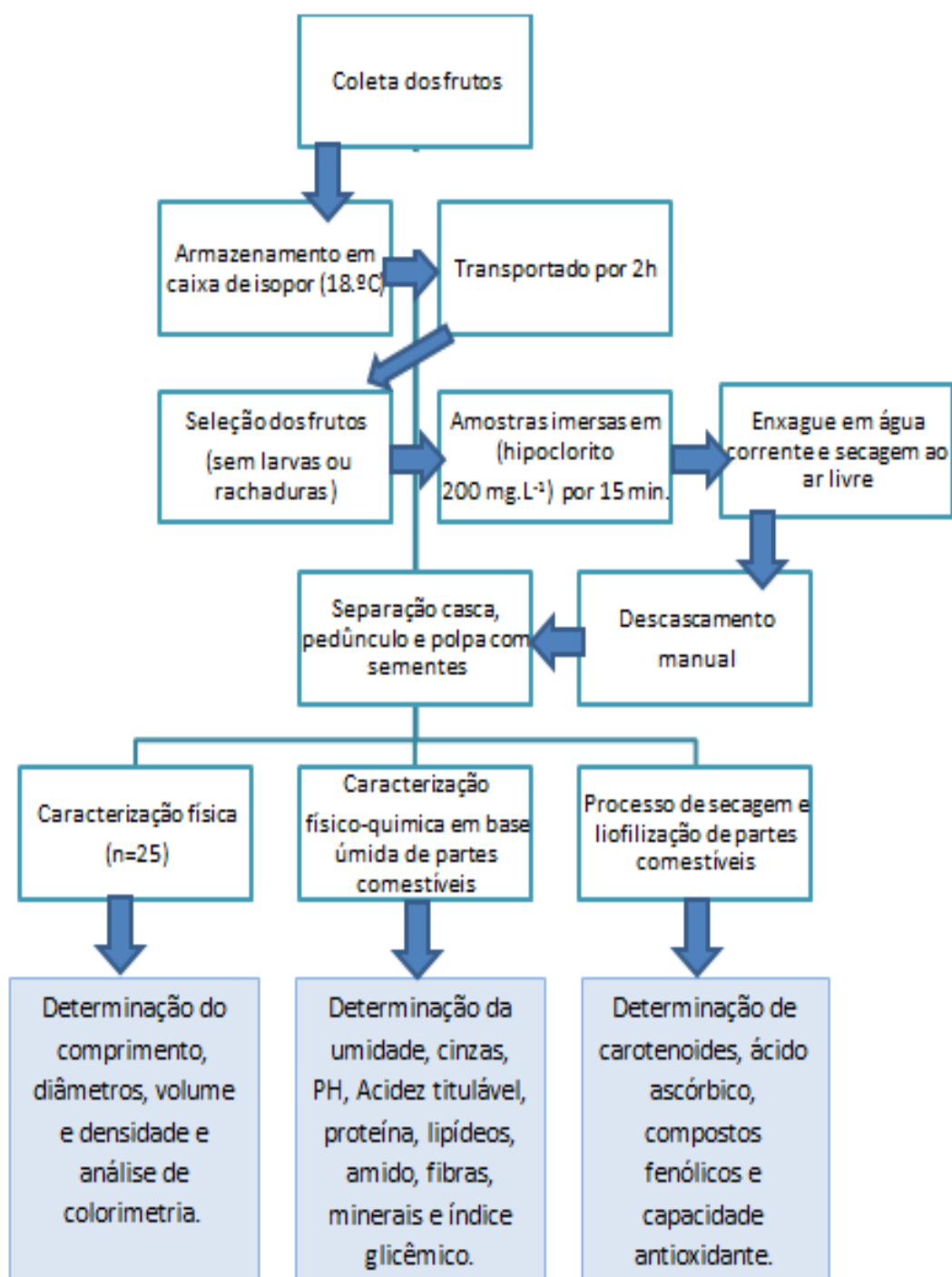
LEGENDA:  Cultivo do maná-cubiu localizado no município de Antonina

FIGURA 2 - FLUXOGRAMA PÓS-COLHEITA DO MANÁ-CUBIU



FONTE: A autora (2017).

## CAPÍTULO 3

### ARTIGO 1- Mineral, carotenoides e composição do maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), um fruto silvestre brasileiro

#### RESUMO

O maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) é um fruto silvestre nativo do Amazonas. Atualmente houve um interesse em seu cultivo em diversas regiões do Brasil, incluindo a Mata Atlântica. O estudo objetivou caracterizar o maná-cubiu, pelas análises de composição física e físico-química e pela determinação de minerais e carotenoides majoritários. Realizou-se a caracterização de cor e sua relação com os teores de licopeno e  $\beta$ -caroteno. Os frutos apresentaram peso médio de  $83,91 \pm 20,47$ g, com poucas perdas das partes comestíveis, correspondendo a 86% do seu rendimento. Mostrou-se com alto teor de fibras, proteínas e vitamina C, além do pH e acidez titulável favorável para formulação de subprodutos. Apresentou boa correlação entre os carotenoides e a análise de colorimetria. O maná-cubiu obteve quantidade significativa de selênio, fósforo e ferro. Os dados obtidos das concentrações de minerais fornecem um ponto de partida para avaliações mais complexas e aprofundadas do ponto de vista de ingestão real recomendada e para o incentivo de consumo do fruto, agregando valor nutricional ao consumidor e aos produtores rurais.

Palavras-Chave: Composição de alimentos; cocona; *Solanaceae*; *Solanum sessiliflorum* Dunal; minerais; Licopeno;  $\beta$ - caroteno

## 1 INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e o Instituto Internacional de Recursos Genéticos Vegetais (IPGRI) iniciaram há alguns anos o apoio a programas que incluam o uso sustentável da biodiversidade como garantia da segurança alimentar e nutricional. Para isto, tem sido coletadas informações sobre espécies silvestres nativas de diferentes regiões, visando sua inclusão em bases de dados. Essas informações são essenciais para a melhor

compreensão do impacto da biodiversidade na segurança alimentar de populações (TOLEDO; BURLINGAME, 2006; STADLMAYR et al, 2011).

O Brasil possui extensa diversidade de frutos, ocupa o terceiro lugar na produção mundial e possui cerca de 20% da flora global. A Amazônia é responsável pela maior parte desta flora, em que 61% desta floresta se encontra em território brasileiro (ANDRIGUETO; NASSER; TEIXEIRA, 2017; SHEPHERD, 2005; JUNIOR; CONTINI; NAVARRO, 2011).

O *Solanum sessiliflorum* Dunal é um arbusto nativo da floresta amazônica, pertencente à família Solanaceae. Outras espécies dessa família são extremamente importantes para a alimentação das populações de diversas culturas, incluindo o tomate (*Solanum lycopersicum*), a batata (*Solanum tuberosum* L.), a berinjela (*Solanum melongena* L.) e a pimenta (*Capsicum* spp) (SEQUI, 2016; RIGANO et al., 2013).

O valor nutricional dos frutos está diretamente correlacionado com seus teores de minerais, haja vista que os minerais desempenham funções na prevenção de diversas doenças, tais como a desmineralização óssea, a hipertensão arterial e o risco cardiovascular (FAWOLE; OPARA, 2012). Dentre os minerais, o ferro é um dos elementos minerais fundamentais na prevenção da anemia (KASSEBAUM et al., 2016).

A anemia constitui um dos agravos de saúde pública de maior prevalência nos países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, sendo que sua absorção é promovida pela presença de ácido ascórbico (WHO, 2001; VIEIRA; FERREIRA, 2010). O organismo humano não é capaz de sintetizar seu próprio ascorbato, sendo recomendável a ingestão dessa vitamina regularmente na dieta (MELINO; SOOLE; FORD, 2009; SILLA et al., 2013).

Embora as diretrizes mundiais e locais recomendem o consumo diário de frutos, (DGAC, 2015; OMS; FAO, 2012; BRASIL, 2014) devido a seu potencial nutracêutico e ao fornecimento de compostos diários fundamentais para a manutenção da saúde, nenhum estudo caracterizou o perfil mineral do maná-cubiu cultivado na Região Sul (estado do Paraná). Também não existem estudos anteriores acerca das características de coloração nas quais são encontrados teores superiores de carotenoides, com vistas a incentivar seu consumo pela população.



Desta forma, o presente estudo objetiva caracterizar o maná-cubiu, a partir de sua composição física, físico-química, conteúdo de ácido ascórbico, carotenoides e composição mineral.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Coleta e preparo da amostra

A coleta dos frutos (FIGURA 1) foi realizada no município de Antonina, (Latitude 25° 16'31" S e Longitude 4° 41'55" O), Brasil (FIGURA 2). Os frutos foram armazenados em caixas isotérmicas à 18°C e transportados para o laboratório dentro de um período máximo de 2h após a coleta.

Foram selecionados frutos sem rachaduras ou larvas. As amostras foram imersas em solução clorada (hipoclorito de sódio a 2%, 200 mg.L<sup>-1</sup>) durante 15 minutos, enxaguadas em água corrente e secas em temperatura ambiente.

O material foi botanicamente identificado no Museu Botânico Municipal e se depositou uma exsicata no Herbário Municipal (n.º 379033).

FIGURA 1 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO MANÁ-CUBIU



Fonte: A autora (2017).

### 2.2 Rendimento

Para a avaliação do rendimento, foram selecionados 25 frutos. Estes foram descascados e cortados manualmente, sendo separada a polpa com sementes da casca e pedúnculos. Para caracterização física utilizou-se balança digital (*Adventurer AR2140®*). As medidas de comprimento e diâmetro máximo foram realizadas com auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,01 mm (*Lee Tools*

684132®). A determinação do volume foi realizada por deslocamento de água, conforme Ferreira (2002) para posterior determinação da densidade.

### 2.3 Caracterização físico-química

O percentual de umidade e o resíduo mineral fixo foram determinados de acordo com os métodos oficiais 925.09 e 940.26 respectivamente (AOAC, 2005a). O teor de proteína nas amostras foi realizado pelo método oficial AOAC 920.152 (AOAC, 2005a), técnica de *Kjeldahl*, utilizando-se fator de correção de 5.75. Os lipídios foram quantificados pelo método de *Soxhlet* com éter de petróleo, de acordo com a metodologia AOAC 930.09 (AOAC, 2005a).

A quantificação da fibra dietética total foi realizada pelo método enzimático-gravimétrico conforme AOAC 985.29 (AOAC, 2005a). Para a digestão foram utilizadas as enzimas: alfa-amilase termorresistente, protease e amiloglucosidase (Total Dietary Fiber Assay Kit TDF100A-SIGMA-ALDRICH®). A filtragem ocorreu pelo sistema de filtração final e lavagem (Velp Científica, CSF6®). O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado pela metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005). O pH foi estabelecido pelo método 942.15 (AOAC, 2000b).

A acidez titulável (ATT) foi determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 mol/L com fator de correção de 1,098, seguindo a metodologia proposta de número 942.15 (AOAC, 2000b). O resultado foi expresso em g de ácido orgânico por cento.

O amido total foi determinado conforme proposto por Goñi et al.(1997). O valor energético total (VET), expresso em kcal por 100 gramas, foi calculado pela fórmula  $VET = (\% \text{ proteína total} \times 4) + (\% \text{ carboidrato} \times 4) + (\% \text{ gordura} \times 9)$  (ATWATER; BRYANT, 1900).

### 2.4 Açúcares e ácidos orgânicos

Os açúcares totais e ácidos orgânicos foram quantificados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) (Varian Star 350®). Para a separação cromatográfica foi utilizada uma coluna Rezex ROA (300 x 7.8 mm, 5 µm). Utilizou-se como fase móvel solução aquosa de ácido sulfúrico (8mM) com vazão de 0,5mL/min e tempo de corrida de 20 min.

A quantificação dos açúcares e ácidos orgânicos foi realizada por curva de padronização externa com seis pontos para cada padrão, sendo para os açúcares: sacarose, glicose e frutose e ácidos orgânicos: cítrico, málico e tartárico.

Foram mantidas as mesmas condições cromatográficas para os padrões e amostras. As amostras de 1g foram homogeneizadas em solução aquosa de ácido sulfúrico (8mM). O volume de injeção da amostra foi de 20 µL e a identificação dos açúcares foi efetuada pela comparação do tempo de retenção com o do respectivo padrão (MACRAE, 1998).

## 2.5 Carotenoides e colorimetria

A determinação dos carotenoides seguiu a metodologia de Rodriguez-Amaya (2001). O conteúdo dos carotenoides foi determinado em espectrofotômetro (*Metasah®*), com leitura a 450 nm para  $\beta$ -caroteno e 470 nm para licopeno. Os resultados foram expressos em µg/g.

A cor dos frutos foi avaliada em espectrofotômetro (Hunter Lab Mini Scan XE Plus, Reston, VA, EUA®), equipado com iluminante D65/10°, e calibrado utilizando placas de cerâmica preta e padrão branca ( $X = 78,9$ ,  $Y = 83,9$ ,  $Z = 88,9$ ). Os resultados foram expressos pelo sistema *CIELAB* ( $L^*, a^*, b^*$ ), onde o valor de  $L^*$ , situado no eixo vertical do diagrama de Hunter, mede a luminosidade ou a porcentagem de reflectância, variando de 0 (branco) para 100 (preto). O valor de  $a^*$ , situado no eixo horizontal, mede a variação entre a cor verde e a vermelha e o valor de  $b^*$ , a variação entre o azul e o amarelo (HUNTERLAB, 1992).

## 2.6 Determinação de ácido ascórbico

A determinação de ácido ascórbico seguiu a metodologia adaptada descrita por Paulo et al. (1999). Para a extração foi utilizado, 0,1 g da amostra liofilizada diluída em 900 µL de tampão fosfato de potássio 2%, centrifugada a 10.000 rpm durante 5 minutos. O sobrenadante foi separado e filtrado em filtro de seringa com poro de 0,22 µm.

O teor do conteúdo de ácido ascórbico foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (Cromatógrafo Varian Star 350®), coluna de fase reversa C18 (250 mm x 4,6 mm, 5 µm) e fase móvel de tampão fosfato de potássio a 2%, pH 2,32. O

fluxo utilizado foi de 0,4 mL/min, o tempo de corrida foi de 20 minutos e a absorbância em comprimento de onda à 254 nm.

A curva padrão foi preparada por dissolução de 100 mg de ácido ascórbico em solução tampão de fosfato de potássio a 2%, a uma concentração final de 1 mg/mL. A curva de calibração foi realizada em triplicata, com seis pontos em diferentes concentrações, totalizando 18 leituras. Então, foi convertida em escala linear baseando-se na medição de diferentes níveis de concentração, variando entre 0,1 mg/mL a 0,0005 mg/mL.

## 2.7 Minerais

A análise do conteúdo mineral foi determinada pelo método 999.10 (AOAC, 2005a). As cinzas foram diluídas em solução de ácido nítrico a 20% (v/v). A partir desta solução, determinou-se o teor de constituintes minerais por espectrometria de emissão ótica por plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) (VARIAN 720 ES®), nas faixas de comprimento de onda de 167,019 a 766,491.

Soluções padrão de minerais foram empregadas para construir as curvas de calibração (TABELA 1). Os resultados foram expressos em mg/g<sup>-1</sup>.

TABELA 1 - PARÂMETROS DE CALIBRAÇÃO UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO NO ICP-OES

Parâmetro	Al	Ca	Cu	Cr	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Se	Zn
Coeficiente de calibração (mg/L)	396	397	327	283	238	766	280	258	589	232	214	196	214
Coeficiente de correlação	0,99	1,00	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99

## 2.8 Análise estatística

As análises foram realizadas com o programa SPSS *Statistics* 24.0®. Os dados foram expressos como média e desvio padrão. As diferenças significativas entre polpa e casca foram analisadas pelo teste T de *Student* ( $p < 0,05$ ). A correlação de Pearson foi aplicada para avaliar a relação entre os parâmetros de coloração dos frutos e os teores de  $\beta$ -caroteno.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Rendimento

Observaram-se perdas mínimas durante o corte dos frutos, sendo que seu rendimento, após a retirada da casca e do pedúnculo, foi de 86% em partes comestíveis (TABELA 2).

Os frutos apresentaram comprimento mínimo de  $4,95 \pm 0,20$  cm e máximo de  $6,04 \pm 0,03$  cm, com densidade de  $0,93 \text{ g/cm}^3$ . O maná-cubiu proveniente da Mata Atlântica do litoral paranaense se apresentou menor do que os frutos de diversas variabilidades morfológicas e genéticas estudadas no estado do Amazonas (FILHO, 1998). Provavelmente, essas características morfológicas são decorrentes de uma das 28 etnovariedades do maná-cubiu com dimensões distintas (cilíndrico, redondo ou achatado) e fenótipos diferentes já identificadas anteriormente (FILHO et al., 2006).

TABELA 2 – RENDIMENTO MÉDIO DO MANÁ-CUBIU

Determinação	Massa do fruto (g)	Rendimento (%)
Massa do fruto	$87,51 \pm 20,47$	100
Polpa	$75,39 \pm 19,58$	86
Casca total	$9,71 \pm 1,21$	11
Pedúnculo	$3,30 \pm 0,89$	3

Legenda: Resultados expressos em média  $\pm$  desvio padrão; (n=25)

#### 3.2 Caracterização físico-química

A polpa destacou-se por sua acidez, conferindo sabor característico ao fruto. A casca apresentou teores superiores de proteínas e fibras. Os dados da caracterização centesimal do maná-cubiu estão expressos na TABELA 3.

TABELA 3- CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO MANÁ-CUBIU

Determinação <sup>1</sup>	Polpa	Casca
Umidade (g 100g <sup>-1</sup> )	88,59±0,42 <sup>a</sup>	84,50±0,29 <sup>b</sup>
Cinzas (g 100g <sup>-1</sup> )	0,77±0,00 <sup>a</sup>	0,53±0,02 <sup>b</sup>
pH	3,33±0,00 <sup>b</sup>	5,23±0,01 <sup>a</sup>
ATT <sup>2</sup> (g 100g <sup>-1</sup> )	1,77±0,04 <sup>a</sup>	0,27±0,00 <sup>b</sup>
SST <sup>3</sup>	6,00±0,00	**
Proteína (g 100g <sup>-1</sup> )	0,83±0,02 <sup>b</sup>	1,28±0,06 <sup>a</sup>
Lipídios (g 100g <sup>-1</sup> )	0,25±0,03 <sup>a</sup>	0,10±0,18 <sup>b</sup>
Amido	2,16±0,09 <sup>a</sup>	1,77±0,11 <sup>b</sup>
Fibras solúveis (g 100g <sup>-1</sup> )	0,51±0,06 <sup>a</sup>	0,26±0,32 <sup>b</sup>
Fibras insolúveis (g 100g <sup>-1</sup> )	3,17±1,21 <sup>b</sup>	3,78±0,45 <sup>a</sup>
Fibras totais (g 100g <sup>-1</sup> )	3,68±1,33 <sup>b</sup>	4,04±1,76 <sup>a</sup>
VET <sup>4</sup> (Kcal)	29,18 <sup>a</sup>	29,24 <sup>a</sup>

Legenda: \*\* Frações não analisadas, <sup>1</sup> Resultados apresentados como média ± desvio padrão. Teste *T Student* (p<0.05), <sup>2</sup> ATT – Ácidez Titulável, <sup>3</sup> SST - Sólidos Solúveis Totais, <sup>4</sup> VET – Valor Energético Total.

O maná-cubiu apresentou alto teor de umidade (88,5%), semelhante aos frutos da mesma família: pimentão (87,3%) e tomate (93,7%) (AZOUBEL, GARCIA E NAVES, 1998). O teor de resíduo mineral fixo foi de 0,77% na polpa e 0,55% na casca. O teor proteico correspondeu a 0,83 ± 0,02 g/100g na polpa. A casca obteve maior quantidade (1,28 ± 0,06g), superior à berinjela (0,7g/100g) e ao tomate (1,1g/100g) (TACO, 2011).

Os alimentos ricos em proteínas, normalmente são derivados de fontes de origem animal (BRANDLEE; MUSTAFA; SINGER; MOORE, 2017). Entretanto, o maná-cubiu, equivale em 100g do fruto, a duas porções de leite de coco ou a uma porção de bebida láctea de pêssego, de acordo com dados da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011).

O percentual de lipídios foi de 0,26 ± 0,04%, inferior aos valores encontrados por Pires et al. (2006), Villachica (1996), e Yuyama et al. (2007). O conteúdo de gordura em uma planta está associado com a produção de compostos voláteis, impactando no odor característico da fruta. Sendo assim, as amostras de diferentes regiões de cultivo podem apresentar diferença no sabor.

A casca apresentou maior quantidade de fibras totais (4,04 ± 1,76 g/100g) do que a polpa (3,68 ± 1,33g/100g), sugerindo que o consumo do maná-cubiu deve ser

realizado sem a retirada da casca, para aumentar a ingestão de fibras.

Das fibras determinadas, nota-se a maior prevalência de fibras insolúveis, especialmente na casca, o que pode trazer vantagens funcionais à aplicação do fruto *in natura* em formulações alimentícias ou até mesmo na forma de um produto encapsulado.

As fibras dietéticas são definidas como carboidratos não digeríveis (IOM, 2005), desempenham funções benéficas à saúde, favorecendo a funcionalidade intestinal, a prevenção e o tratamento do diabetes e de dislipidemias. Entretanto, apenas 5% dos adultos atingem a recomendação do consumo de fibra dietética (PETRUZZIELLO; BULAJIC; SHAH; COSTAMAGNA, 2006; DAHL; STEWART, 2015; LAMBEAU; MCRORIE, 2017).

Quando se considera que o maná-cubiu, em partes comestíveis apresenta 88,7% de polpa e 11,3% de cascas, a ingestão de 100 g desse fruto fornece 3,72 g de fibras. De acordo com o Regulamento Técnico Brasileiro referente à Informação Nutricional Complementar, um alimento é considerado fonte de fibras quando possui no mínimo 3 g de fibra alimentar total (FAT/100g). Desta forma, o maná-cubiu pode ser considerado um fruto fonte de fibra alimentar (BRASIL, 1998).

Sendo assim, ao compará-lo com alimentos fontes: maçã com casca (3g/100g); banana (2g/100g); laranja média (3g/100g); 1/2 xícara de brócolis (2g/100g); cenoura média (2g/100g); tomate médio (2g/100g); 1 xícara de alface (1g/100g); 1 fatia de pão integral (2g/100g) e 1/2 xícara de arroz integral (2g/100g), verifica-se que apresenta teores superiores. Deste modo, contribui com as recomendações da Ingestão Dietética de Referência (DRI), sendo 38g/dia para homens e 25g/dia para mulheres com idades de 19- 50 anos (BRASIL, 2014; IOM, 2002).

A separação e caracterização das fibras já previamente quantificadas poderá permitir seu emprego na formulação de comprimidos prebióticos, ou em componentes aditivos naturais, adicionados em cereais matinais (COCK; MUÑOZ; GUERREIRO, 2015).

A relação entre SST e ATT é um padrão físico-químico importante para determinar o sabor e a aceitação das frutas. Os SST apresentaram valores elevados ( $6,0 \pm 0,00\%$ ) em relação à ATT ( $1,8 \pm 0,04\%$ ). Logo, a relação obtida de SST/ATT de 3,37 indica excelentes propriedades para a industrialização e boa aceitação do consumidor (FERRÃO et al., 2013; FILHO; HONÓRIO; GIL, 2006; CHITARRA;

CHITARRA, 1990).

A relação entre pH e acidez titulável é um dos parâmetros para indicar determinados produtos como ideais na formulação de geleias, conforme descrito nas recomendações da legislação brasileira (BRASIL, 1978). O maná-cubiu tem sido utilizado em pequena escala em preparações *gourmets*, geleias e polpa de sucos (AUGUSTO, 2002; GILSON, 2016).

Estudos já foram realizados para avaliar a aceitabilidade da geleia convencional, *light* e *diet* do maná-cubiu. De acordo com os resultados das análises sensoriais obtidas pelos autores Furlaneto (2015) e Yuyama et al. (2008), seus produtos apresentaram boa aceitação.

Apesar de observar-se um potencial interesse na utilização de compostos adicionados a produtos alimentares (KORIR et al. 2014), no momento não há relatos de utilização deste fruto como matéria prima em outros produtos alimentícios.

O amido total, assim como os açúcares e as fibras, representam os carboidratos presentes no vegetal. Portanto, o teor de carboidrato total na polpa para este estudo foi de 2,16 g/100g, 62,16% correspondente a fibras, 37,66% ao amido total e 0,23% aos açúcares.

O valor energético total da polpa do fruto correspondeu 29,18 kcal/100g e para casca 29,24 kcal/100g. Ao analisar a reconstituição do fruto (88,7% polpa e 11,3% casca) foi possível estimar o valor calórico das partes comestíveis totalizando em 29,28 kcal. Sendo assim, pode ser considerado um fruto hipocalórico.

São poucos os estudos que incluem a caracterização físico-química das cascas de frutos, talvez, pelo fato de que a maioria dos pratos culinários são preparados sem a casca (FILHO, 1998). Entretanto, importante salientar que o consumo do fruto com a casca em saladas também é relatado pela população, assim, podemos levar ao consumidor e à indústria alimentícia o valor nutricional agregado pela casca do fruto.

### 3.3 Açúcares e ácidos orgânicos

Na polpa, os açúcares encontrados foram frutose (5,3 mg/100g), sacarose (1,4 mg/100g) e glicose (7,4 mg/100g), totalizando 14,1 mg/100g. Dos ácidos orgânicos presentes na polpa, observou-se a presença de ácido cítrico a  $62 \pm 0,04$  mg/100g, este obtendo predominância sobre os açúcares, podendo explicar seu



sabor, ligeiramente ácido. O ácido cítrico tem sido empregado com frequência em diversos gêneros alimentícios com a finalidade de melhorar o sabor do produto. Sua produção rende em até 1,7 milhão de toneladas/ano, com projeção de aumento anual em até 5% (ŠVECOVÁ et al., 2015; DHILLON et al., 2011).

### 3.4 Carotenoides e coloração

O maná-cubiu apresentou maior teor de carotenoides na casca, sendo que há aumento nos teores de  $\beta$ -caroteno e licopeno durante o amadurecimento (TABELA 4). Em relação aos teores de carotenoides, dentre os alimentos da mesma família, destaca-se o tomate, sendo reconhecido como fonte deste grupo de pigmentos (RIPOLL et al., 2016).

Entretanto, o maná-cubiu apresenta maior quantidade de  $\beta$ -caroteno quando comparado ao tomate (5,1  $\mu\text{g/g}$ ). Ao se comparar os teores de licopeno, verifica-se que embora sua polpa apresente teores inferiores ao do tomate (31  $\mu\text{g/g}$ ) sua casca também pode ser aproveitada para aumentar a ingestão de licopeno e, neste caso, especialmente o fruto maduro apresenta teores que superam aos do tomate (AMAYA; KIMUR; FARFAN, 2008).

Os frutos apresentaram cascas com coloração predominantemente laranja e polpas de predominância amarela, conforme determinado pelos ângulos de tonalidade ( $h^\circ$ ), com graus que variaram de 41-64 para a casca, e de 76-79 para a polpa. Essas tonalidades persistiram desde o fruto no estágio amarelo até o estágio maduro. Esses estádios de maturação corresponderiam aos limites mínimos e máximo de uma escala que varia do amarelo (estádio 1), intermediário I (estádio 2), intermediário II (estádio 3) e maduro (estádio 4).

O maná-cubiu amarelo (estádio 1) apresentou valores de  $a^*$  variando de 10,82 na polpa a 30,48 na parte externa. Os valores de  $L^*$  obtidos do exocarpo demonstraram uma tendência à redução com o amadurecimento dos frutos, assim como os valores de  $b^*$ . Em relação à polpa, observou-se que sua tonalidade é mais clara do que a parte externa dos frutos, com valores de  $L^*$  de 73,57 a 75,21.

TABELA 4 –TEORES DE B-CAROTENO E LICOPENO E CARACTERÍSTICAS DE COLORAÇÃO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

	Licopeno ( $\mu\text{g/g}$ )	$\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g/g}$ )	L*	a*	b*	C*	h°	a*/b*	(a*/b*) <sup>2</sup>
Fruto (exocarpo)									
Amarelo	45,85 $\pm$ 1,22	61,02 $\pm$ 1,63	56,80 $\pm$ 0,86	30,48 $\pm$ 2,30	63,40 $\pm$ 1,27	70,34 $\pm$ 0,30	64,32 $\pm$ 2,14	0,48 $\pm$ 0,04	0,23 $\pm$ 0,04
Maduro	87,49 $\pm$ 0,04	116,45 $\pm$ 0,05	32,03 $\pm$ 2,30	31,98 $\pm$ 2,80	28,28 $\pm$ 5,00	42,68 $\pm$ 6,00	41,49 $\pm$ 3,07	1,13 $\pm$ 0,11	1,28 $\pm$ 0,26
Polpa									
Amarelo	7,44 $\pm$ 0,11	9,23 $\pm$ 1,05	73,57 $\pm$ 1,44	10,82 $\pm$ 0,80	45,45 $\pm$ 1,81	46,72 $\pm$ 1,81	76,61 $\pm$ 1,41	0,24 $\pm$ 0,02	0,06 $\pm$ 0,01
Maduro	13,74 $\pm$ 0,29	17,08 $\pm$ 2,10	75,21 $\pm$ 1,83	9,36 $\pm$ 0,86	50,02 $\pm$ 0,88	50,89 $\pm$ 0,75	79,40 $\pm$ 1,10	0,19 $\pm$ 0,01	0,04 $\pm$ 0,01
Valor P Grau maturação	0,236	0,226	0,292	0,998	0,041	0,710	0,287	0,200	0,104
Valor P Casca e Polpa	0,02	0,02	0,000	0,000	0,819	0,258	0,001	0,003	0,016

LEGENDA: Resultados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. Teste T Student ( $p < 0.05$ ).

Houve elevada correlação entre os teores de  $\beta$ -caroteno e licopeno e entre as relações  $a^*/b^*$  e  $(a^*/b^*)^2$ , tanto para a polpa como para o exocarpo do fruto. Os valores das relações  $a^*/b^*$  e  $(a^*/b^*)^2$  têm sido usados como indicadores do desenvolvimento de cor vermelha de frutos, tal como o tomate (ARIAS et al., 2000). Sendo assim, os resultados obtidos neste trabalho podem ser considerados como uma alternativa para apontar de forma indireta as concentrações de carotenoides no maná-cubiu.

TABELA 5 – CORRELAÇÃO ENTRE OS TEORES DE CAROTENOIDES E A COLORAÇÃO DO MANÁ-CUBIU

	betacaroteno	licopeno	$a^*/b^*$	$(a^*/b^*)^2$
Betacaroteno		1,000**	0,966**	0,922**
Licopeno	1,000**		0,967**	0,923**
$a^*/b^*$	0,966**	0,967**		0,986**
$(a^*/b^*)^2$	0,922**	0,923**	0,986**	

\*\* (P<0.05)

### 3.5 Determinação de ácido ascórbico

A polpa de maná-cubiu apresentou teores superiores de ácido ascórbico ( $20,08 \pm 5,56\text{g}/100\text{g}$ ) quando comparada com as cascas ( $15,44 \pm 3,88\text{g}/100\text{g}$ ), embora sem diferença estatística ( $p=0,419$ ). Ao se calcular a porção comestível do fruto, verifica-se que 100 g do mesmo supre aproximadamente 36 g de ácido ascórbico.

A legislação brasileira estabelece que um produto possa ser considerado com alto teor de vitamina quando apresenta 30 % do valor das recomendações diárias de ingestão (RDA) em 100 g do produto (BRASIL, 1998). Para a vitamina C a RDA é de 70 mg/dia para adultos (IOM, 2000). Sendo assim, o maná-cubiu em partes comestíveis fornece 50,7% das recomendações diárias, podendo ser considerado um fruto de alto teor de vitamina C.

Em comparação com outros frutos tropicais observam-se teores superiores ao puçá-preto ( $28,9 \pm 1,4 \text{ mg}/100\text{g}$ ), cajá ( $26,5 \pm 0,5 \text{ mg}/100\text{g}$ ), gurguti ( $27,5 \pm 0,2 \text{ mg}/100\text{g}$ ), umbu ( $18,4 \pm 1,8 \text{ mg}/100\text{g}$ ), bacuri ( $2,4 \pm 0,3 \text{ mg}/100\text{g}$ ) (RUFINO et al., 2010) e tangerina ( $32,47 \pm 1,79 \text{ mg}/100 \text{ mL}^{-1}$  suco) (COUTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010).

Os resultados obtidos de ácido ascórbico no fruto (polpa e casca) foram superiores aos encontrados por Villachica (1996), Pahlen, (1997) e Pires et al., (2006) que oscilaram entre 1,95 à 13,9 mg/100g na polpa integral do fruto. Esta diferença pode estar relacionada como o tipo de solo, grau de maturação, degradação do ácido ascórbico, ou utilização do fruto nos primeiros dias pós-amadurecimento fisiológico, podendo também estar associado ao estresse físico do transporte ou armazenamento (CORREIA; FARAONI; ANA, 2008).

### 3.6 Determinação elementos minerais e traços

Foram quantificados doze elementos minerais em partes separadas: polpa com sementes e cascas e o fruto inteiro, considerando a soma da reconstituição das partes comestíveis do fruto *in natura* (88,7% polpa com 11,3% da casca). Os resultados estão distribuídos na TABELA 6.

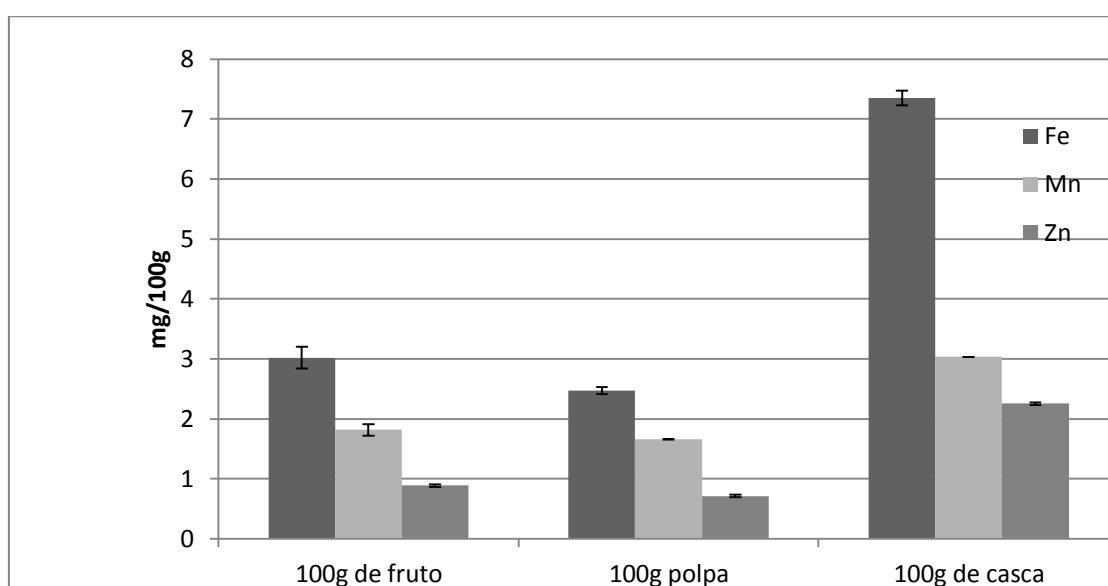
TABELA 6 – DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS MINERAIS E TRAÇOS

	Fruto <i>in natura</i> <sup>1</sup>	Polpa <i>in natura</i> <sup>2</sup>	Casca <i>in natura</i> <sup>2</sup>
	Minerais		
	mg/100g		
<b>Ca</b>	1,82	1,85±0,32 <sup>a</sup>	1,51±0,01 <sup>a</sup>
<b>K</b>	0,55	0,12±0,73 <sup>a</sup>	3,91±3,44 <sup>a</sup>
<b>Mg</b>	2,53	2,18±0,01 <sup>b</sup>	5,28±0,05 <sup>a</sup>
<b>P</b>	0,90	0,12±0,03 <sup>b</sup>	6,99±0,52 <sup>a</sup>
	Elementos traço		
	mg/100g		
<b>Fe</b>	0,18	0,15±0,06 <sup>b</sup>	0,44±0,04 <sup>a</sup>
<b>Mn</b>	0,04	0,04±0,01 <sup>a</sup>	0,07±0,05 <sup>a</sup>
<b>Zn</b>	0,08	0,07±0,02 <sup>b</sup>	0,21±0,02 <sup>a</sup>
	µg/100g		
<b>Cu</b>	40	36,67±0,01 <sup>b</sup>	85,19±0,00 <sup>a</sup>
<b>Cr</b>	1,65	1,22±0,04 <sup>b</sup>	5,02±0,03 <sup>a</sup>
<b>Se</b>	0,54	0,37±0,04 <sup>b</sup>	1,83±0,04 <sup>a</sup>
	Metais		
	mg/100g de fruto		
<b>Al</b>	0,68	0,32±0,08 <sup>b</sup>	3,47±0,26 <sup>a</sup>
<b>Ni</b>	0,01	0,01±0,00 <sup>a</sup>	0,02±0,01 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Fruto *in natura* calculado a partir dos valores médios (polpa com sementes e casca) resultante do cálculo de reconstituição do fruto; <sup>2</sup> Resultados obtidos por média ± desvio padrão. Teste T *Student* (p<0.05).

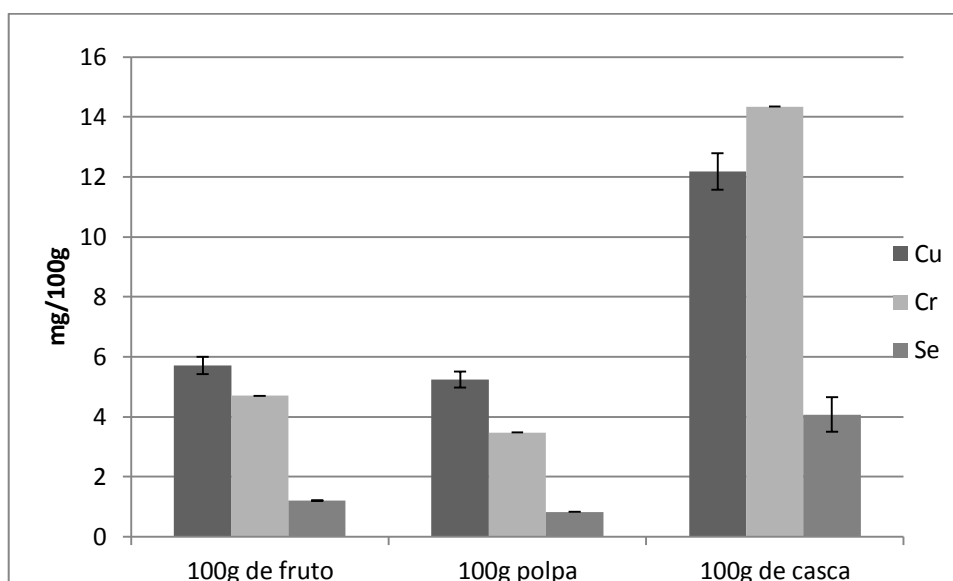
Os níveis de segurança mineral para o consumo humano foram estabelecidos pelo Conselho de Alimentação e Nutrição dos EUA do Instituto de Medicina (IOM) e incluem a Ingestão Diária Recomendada (RDA), Requerimento Médio Estimado (EAR) e Ingestão Adequada (AI). Os teores dos minerais foram relacionados com as recomendações para atender aos subsídios diários recomendados para adultos com idades entre 19 à 30 anos (FIGURAS 2 e 3).

FIGURA 2 - CONTRIBUIÇÕES (%) PARA A INGESTÃO DIETÉTICA DE REFERÊNCIA DO FERRO MANGANÊS E ZINCO



Nota: recomendações aplicadas: Ferro - Requerimento Médio Estimado (EAR), Manganês - Ingestão Adequada (AI) e Zinco - Requerimento Médio Estimado (EAR). O fruto em partes comestíveis corresponde a reconstituição do fruto *in natura* (88,7% polpa e 11,3% casca).

FIGURA 3 - CONTRIBUIÇÕES (%) PARA A INGESTÃO DIETÉTICA DE REFERÊNCIA DO COBRE, CROMO E SELÊNIO



Nota: Recomendações aplicadas: Cobre – Requerimento Médio Estimado (EAR), Cromo – Ingestão Diária Recomendada (RDA) e Selênio - Requerimento Médio Estimado (EAR). O fruto em partes comestíveis corresponde a reconstituição do fruto *in natura* (88,7% polpa e 11,3% casca).

O ferro correspondeu a cerca de 7% ( $100\text{g}^{-1}$ ) do requisito médio estimado na casca, 4,5% na polpa ( $100\text{g}^{-1}$ ) e 3% em partes comestíveis do fruto ( $100\text{g}^{-1}$ ). O teor de ferro contribuiu no atendimento de praticamente 3% do consumo diário pela EAR, ou seja, a ingestão de um pouco mais de um fruto é capaz de suprir 3% das necessidades de ferro.

Esta evidência, nos mostra sua aplicação na carência de ferro, sendo esta a deficiência de micronutrientes mais prevalente e generalizada mundialmente (WHO, UNICEF e ONU, 2001).

O ferro na sua forma nativa em frutas e vegetais ou quando acrescido como composto livre atua em conjunto com a vitamina C aumentando a biodisponibilidade do mineral no organismo (COOK; MONSEN, 1977; HAZELL; JOHNSON, 1987). Com base no alto teor de vitamina C encontrado neste estudo, podemos considerá-lo um fruto com grande potencial para suprir as necessidades de vitamina C e ferro, podendo ser uma das opções de consumo para minimizar a anemia por deficiência de ferro (ALLEN et al., 2006; BENOIST et al. 2008).

Em destaque na TABELA 6 notamos que, o fruto *in natura*, oferece quantidades de elementos traço essencial, tais como o cobre, cromo, e selênio em sua polpa e partes comestíveis. Entretanto, quando observamos em isolado a casca,

nota-se que é capaz de suprir, aproximadamente, 12% do cobre, 14% do cromo e 4% do selênio diários, das recomendações sugeridas pela EAR e RDA respectivamente.

Embora o selênio tenha apresentado os menores teores, comparado com o cobre e o cromo na casca, seu percentual corresponde a 4% da recomendação diária de consumo. Provavelmente, acaba sendo inviável o consumo de 100g da casca, tanto para atingir as recomendações de ingestão para o selênio, quanto para o cobre e o cromo em uma única dose isolada ao dia, porém seu consumo poderá ser realizado a partir da formulação de sucos ou outras preparações somente com a casca (EPA, 2013; RAYMAN, 2008; THOMSON et al., 2008).

Recentemente, Santos, Junior e Muccillo-Baisch (2017), realizaram uma análise de revisão integrativa investigando o conteúdo de selênio em alimentos brasileiros. A maioria dos estudos para compor esta revisão foi realizada com alimentos da região do Amazonas. As frutas e vegetais apresentaram baixos níveis de selênio ( $<0,10 \mu\text{g} / \text{g}$ ). Entretanto, nossos resultados apontam teores aproximadamente 5 vezes maiores de selênio para o maná-cubiu, quando considerado em 100g de porção comestível (0,54mg/100g).

Os minerais que também apresentaram maiores teores (mg/100g) na casca foram o potássio ( $3,91 \pm 3,44$ ), o magnésio ( $5,28 \pm 0,05$ ) e o fósforo ( $6,99 \pm 0,52$ ) (TABELA 6), comprovando os estudos que revelam maior quantidade de minerais acumulados nas cascas (GONDIM et al., 2005; CÓRDOVA et al., 2005).

Embora o alumínio não apresente funções biológicas, o acúmulo de elementos traços e metais podem trazer diversas complicações para a saúde humana, sua toxicidade afeta o sistema nervoso central, sistemas ósseo e esquelético e está associado à doença de Alzheimer (STAH; TASCHAN; BRUNN, 2011, BRATAKOS et al., 2012, ASSUNÇÃO et al., 2017). Diante deste contexto, vale ressaltar a importância de apresentar ao consumidor a segurança alimentar de ingestão.

Os teores de alumínio variaram de 0,32 mg/100g de polpa a 3,46mg/100g de casca. Certamente, para este elemento não há recomendação de Ingestão Diária Recomendada (RDA) ou Limite Tolerável de Ingestão (UL). Entretanto, não significa que os potenciais efeitos adversos possam ser descartados. Devido a este fator, os comitês científicos internacionais vêm debatendo a importância da segurança da ingestão alimentar.

O Comitê Misto de Peritos da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) unificaram a ingestão semanal tolerável provisória (PTWI) para  $1 \text{ mg/kg}^{-1}$  de peso corporal por semana (JECFA, 2007).

Com base nesta PTWI, a dose diária tolerável para um indivíduo de 60 kg deve ser  $\leq 17 \text{ mg}$  (AGUILAR et. al., 2008). Dessa forma, a ingestão diária de pelo menos 1 unidade de maná-cubiu não traria riscos associados a este metal tóxico para um indivíduo adulto. Embora, mesmo em quantidades aceitáveis, há necessidade de medidas de precaução para minerais tóxicos, tais como evitar o uso de utensílios de alumínio, de aditivos acrescidos ao mineral e o controle das águas de irrigação dos frutos.

O alumínio encontrou-se em maiores teores na casca. Por certo, os metais pesados possuem características de alojar-se na casca e nos talos, devido ao seu contato direto com o solo (COSTA et al., 2001).

O local de cultivo do maná-cubiu situado em Antonina integra a porção mais preservada da Mata Atlântica brasileira. O município é caracterizado por pequenos agricultores que realizam seu plantio sem o uso de fertilizantes e agrotóxicos. O cultivo deste fruto, bem como de outros da biodiversidade brasileira tem sido incentivado visando restaurar e conservar a fauna e a flora da mata (BOLDRINI; LACERDA; CASSILHA, 2015).

A preservação da Mata Atlântica sugere cuidados, realizados com a presença de água tratada e saneamento básico. Certamente, a água contaminada, pode trazer riscos ambientais e alterações nutricionais para a planta (SALVADOR; CARVALHO; LUCCHES, 2011).

O relatório da Fundação SOS Mata Atlântica aponta que entre os 240 pontos de rios da Mata Atlântica, apenas 2,5% possuem água de boa qualidade (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2017). Efetivamente, outras questões que afetam o conteúdo mineral devem ser consideradas, sendo os fatores genéticos, solo, uso de fertilizantes e condições climáticas (SANTOS et al., 2014).

#### **4 CONCLUSÃO**

Os resultados desse trabalho apontam que o maná-cubiu fornece quantidades importantes de nutrientes, em destaque as fibras, as proteínas, o ácido ascórbico e



os carotenoides. Entre os minerais apresentou-se como fonte de ferro, selênio e fósforo. Há um destaque importante aos nutrientes encontrados na casca, com valores muitas vezes superiores aos teores da polpa. A coloração da casca também se apresentou como um indicador dos teores de carotenoides presentes no fruto.

O conhecimento acerca da composição e do perfil mineral deste fruto será útil para aumentar seu consumo, especialmente o consumo das populações rurais que vivem em regiões próximas às áreas em que se adaptou. Embora as frutas silvestres geralmente sejam pouco comercializadas, o conhecimento de seu potencial nutritivo poderá permitir seu plantio e a ampliação de sua comercialização, agregando benefícios econômicos aos pequenos agricultores que vivem em regiões nas quais poderá vir a ser cultivado.

### **Agradecimentos**

O estudo faz parte do projeto “Qualidade Nutricional e Fitoquímica de Frutos da Sociobiodiversidade” (CNPq 010004/2015-7). Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (processo 010004/2015-7), e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (Processo Procad/Casadinho Edital nº 06/ 2011) pelo custeio do estudo e ao laboratório de Análises de Combustíveis Automotivos (LACAUTets) pelas análises dos minerais.

## REFERÊNCIAS

- AGUILAR F, AUTRUP H, BARLOW S, CASTLE L, CREBELL R, DEKANT W, ENGEL, N. GONTARD, D.G., S.; GRILLI, R.; GÜRTLER, J.; LARSEN, C.C.; LECLERCQ, J.C.; LEBLANC, F.; MALCATA, W.X.; MENNES, M.; MILANA, I., R.; PRATT, I.; RIETJENS, P.; TOBBACK, F.; TOLDRÁ. Safety of aluminium from dietary intake[1]-scientific opinion of the panel on food additives, flavourings, processing aids and food contact materials (AFC). **European Food Safety Authority**, n. 754, p. 1–34, 2008.
- ALLEN, L.; DE BENOIST, B.; DARY O.; HURRELL R., Editora Geneva: WHO and FAO; WHO. **Guidelines on food fortification with micronutrients**, p. 236, 2006.
- AMAYA, R.D.B. A guide to carotenoid analysis in foods. Washington DC: **ILSI** Press, 2001.
- AMAYA, D.R.; KIMURA, M.; FARFAN, J.A. Fontes brasileiras de carotenoides. Tabela Brasileira de Composição de Carotenoides em Alimentos. Lidio Coradin e Vivian Beck Pombo, Organizadores. – Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 100, 2008.
- ANDRIGUETO, J.R.; NASSER, L.C.B.; TEIXEIRA, J.M.A. Produção integrada de frutas: conceito, histórico e a evolução para o sistema agropecuário de produção integrada - SAPI. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em: 20 março de 2017.
- AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, 18 ed., 2005a.
- AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. EUA, 2005b.
- ARIAS, R.; LEE, T.C.; LOGENDRA, L.; JANES, H. Correlation of lycopene measured by HPLC with the L\*, a\*, b\* color reading of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 48, p. 1697–1702, 2000.
- ASSUNÇÃO, J.H.; MALAVOLTA, E.A.; GRACITELLI, M.E.C.; FILIPPI, R.Z.; FERREIRA, A.A.N. Multifocal osteonecrosis secondary to occupational exposure to aluminum. **Acta Ortopédica Brasileira**, 2017.
- ATWATER, W. O.; BRYANT, A. P. Annual Report (1899) of the Storrs, CT Agricultural Experimental Station. 12. ed. University of Connecticut, Storrs: CT, p. 73-110, 1990.
- AUGUSTO, E. Maná-cubiu: a fruta dos deuses. Guia Rural & Negócios, 2002. Disponível em: <[http://www.bioflorestal.com.br/mana\\_novo.htm](http://www.bioflorestal.com.br/mana_novo.htm)>. Acesso em: 20 de março de 2017.

AZOUBEL, L.M.O.; GARCIA, R.W.F.; NAVES, M.M.V. Tabela de composição de alimentos. In: Dutra-De-Oliveira, J.E.; Marchini, J.S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, p. 363-376, 1998.

BENOIST, B.; MCLEAN, E.; EGLI, I.; COGSWELL, M. Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005: WHO Global Database on Anaemia. Geneva: WHO, 2008.

BOLDRINI, E.B.; LACERDA, L.; CASSILHA, M.F. Floresta água e clima. Boas práticas nos biomas brasileiros. 1. ed. Antonina: **ADEMADAN**, 2015.

BRASIL. Ministério da saúde. Guia alimentar da população brasileira. Brasília. 2. ed, 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – CNNPA, n. 12, de 1978.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria SVS/MS nº 27 de 13 de janeiro de 1998. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 02 de julho de 2017.

BRANDLEE, M.L., MUSTAFA, J., SINGER, M.R., MOORE, L.L. High-Protein Foods and Physical Activity Protect Against Age-Related Muscle Loss and Functional Decline. **Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, 2017.

BRATAKOS, S.M.; LAZOU, A.E.; BRATAKOS, M.S.; LAZOS, E.S. Aluminium in food and daily dietary intake estimate in Greece. **Food Additives & Contaminants**, n. 5, p. 33–44, 2012.

CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Edição 1, Federal University of Lavras, Lavras, 1990.

COCK, L.A. MUÑOZ, D.P. V., RENGIFO, G.C.A. Chemical characterization of the pulp, peel and seeds of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Brazilian Journal of food Technology**. Campinas, v. 18, n. 3, p. 192-198, 2015.

CÓRDOVA, K.R.V.; GAMA, T.M.M.T.B.; WINTER, C.M.G.; NETO, G.K.; FREITAS, R.J.S. Características físico-químicas da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa Degener) obtidas por secagem. Boletim CEPPA, Curitiba, v. 23, n. 2, 2005.

CORREIA, L.F.M.; FARAONI, A.S.; SANT'ANA, H.M.P. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 83-95, 2008.

COSTA, C.A.; CASALI, V.W.D.; RUIZ, H.A.; JORDÃO, C.P.; CECON, P.R. Teor de metais pesados e produção de alface adubada com composto de lixo urbano. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 01, p. 10-16, 2001.

COUTO, M.A.L.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 15-1, 2010.

DHILLON, G. S., BRAR, S.K., VERMA, M., TYAGI, R.D. Utilization of different agro-industrial wastes for sustainable bioproduction of citric acid by *Aspergillus niger*. **Biochemical Engineering Journal**, n. 54, p. 83–92, 2011.

DGAC. Dietary Guidelines Advisory Committee; Scientific Report of the 2015. Disponível em: <<http://www.health.gov/dietaryguidelines/2015-scientific-report/>>. Acesso em: 04 de julho de 2017.

EPA. United States Environmental Protection Agency. Selenium compounds. Technology Transfer Network Air Toxics Web Site. US EPA. Hazard Summary, 2016. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ttnatw01/hlthef/selenium.html1>>. Acesso em: 22 de março de 2017.

FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade. Disponível em: <<http://www.fao.org.br/daccatb.asp>>. Acesso em: 15 de março de 2017.

FERRÃO, T.S.; FERREIRA, D.F.; FLORES, D.W.; BERNARDI, G.; LINK, D.; BARIN, J.S.; WAGNER, R. Evaluation of composition and quality parameters of jelly palm (*Butia odorata*) fruits from different regions of Southern Brazil. **Food Research International**, v. 54, n. 1, p. 57-62, 2013.

FERREIRA, S.M.R. Controle da qualidade em sistemas de alimentação coletiva I, 1 ed., São Paulo: Livraria Varela, 2002.

FILHO, C.C.D.; HONÓRIO, S.L.; GIL, J.M. Post harvest quality of cherry cv. Ambrunés using edible coatings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, 2006.

FILHO, D.F.S. COCONA (*Solanum sessiliflorum* Dunal): Cultivo y utilizacion, **Tratado de Cooperacion Amazonica** secretaria a pro-tempore, Venezuela, 1998.

FILHO, D.F.S., YUYAMA, L.K.O., AGUIAR, J.P.L., OLIVEIRA, M.C., MARTINS, L.H.P. Characterization and evaluation of the agronomic and nutritional potential of ethnovarieties of cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) in Amazonia, **Acta amazonica**, v. 35, n. 4, p. 399,406, 2005.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Relatório técnico. Observando os Rios, O retrato da qualidade da água nas bacias da Mata Atlântica, 2017.

FURLANETO, K.A.; RAMOS, J.A.; DAÚTO, D.R.; VIEITES, R.L.; CARVALHO, L.R. Elaboração e aceitabilidade da geleia convencional e light de maná cubiu. **Revista Nativa**, Sinop, v. 03, n. 04, p. 276-280, 2015.

GILSON, G.J. Produtos & Ingredientes. Os encantos do maná-cubiu, Bom Gourmet. Gazeta do povo. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/bomgourmet/os-encantos-maná-cubiu>>. Acesso em 05 de maio de 2017.

GONDIM, J.A.M.; MOURA, M.F.V.; DANTAS, A.S.; MEDEIROS, R.L.S.; SANOTS, K.M. Composição centesimal e de minerais EM cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25 n. 4, p. 825-827, 2005.

GOÑI, I.; GARCIA-ALONSO, A.; SAURA-CALIXTO, F. A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. **Nutrition Research**, n. 17, p. 427–437, 1997.

HAZZEL, B.T.; JOHNSON, I.T. In vitro estimation of iron availability from a range of plant foods: influence of phytate, ascorbate and citrate. **British Journal of Nutrition**, n. 51, p. 223-233, 1987.

HUNTERLAB. User's manual with universal software versions 3.5. Reston: **HunterLab**, 1998.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. 1 ed., 2005.

IOM. Institute of Medicine Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington (DC): **National Academy Press**, 2002.

IOM. Institute of Medicine, Food Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Fatty acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: **The National Academies Press**, 2005.

IOM. Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). **The National Academies Press**, 2002.

JECFA: Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 2011. Disponível em: <<http://www.who.int/foodsafety/chem/jecfa/about/en/index.html>>. Acesso em: 17 de julho de 2017.

JUNIOR, M.G.B.; CONTINI, E.; NAVARRO, Z. Caracterização da Amazônia Legal e marotendências do ambiente externo. Brasília, DF: **Embrapa Estudos e Capacitação**, p. 50, 2011.

KASSEBAUM, R., JASRASARIA, R., NAGHAVI, M., WULF, S.K., JOHNS, N., LOZANO, R., REGAN, M., WEATHERALL, D., CHOU, D.P., EISELE, T.P., FLAXMAN, S.R., PULLAN, R.L., BROOKER, S.J., MURRAY, C.J. A systematic analysis of global anemia burden from 1990 to 2010. **Blood**, n. 123, p. 615-624, 2014.

KORIR, M.W.; WACHIRA, F.N.; WANYOKO, J.K.; NGURE, R.M.; KHALID, R. The fortification of tea with sweeteners and milk and its effect on *in vitro* antioxidant potential of tea product and glutathione levels in an animal model. **Food Chemistry**, n. 145, p. 145–153, 2014.

LAMBEAU, K.V.; MCRORIE, J.W.J. Fiber supplements and clinically proven health benefits: How to recognize and recommend an effective fiber therapy. **Journal of the American Association of Nurse Practitioners**, v. 29, n. 4, p. 216-223, 2017.

MACRAE, R. Food Science and Technology – A series of monographs: HPLC in food analysis. **Editora Academic Press**, 2. ed., p. 77, 1998.

MELINO, V.J.; FORD, C.M.; SOOLE, K.L.: A method for determination of fruit-derived ascorbic, tartaric, oxalic and malic acids, and its application to the study of ascorbic acid catabolism in grapevines. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 15, n. 3, p. 293-302, 2009.

PAHLEN, A. V. Cubiu (*Solanum tomentosum* (Humb&Bonpl.) uma fruteira da Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 7, n. 3, p. 301-307, 1997.

PAULO, M.G.; MARQUES, H.M.; MORAIS, J.A.; ALMEIDA, A.J. (An isocratic LC method for the simultaneous determination of vitamins A, C, E and beta-carotene. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 21, n. 2, p. 399-406, 1999.

PETRUZZIELLO, L.; IACOPINI, F.; BULAJIC, M.; SHAH, S.; COSTAMAGNA, G. Uncomplicated diverticular disease of the colon. **Alimentary Pharmacology & Therapeutics**, v. 23, p. 1379-1391, 2006.

PIRES, A.M.B.; SILVA, P.S.; NARDELLI, P.M.; GOMES, J.C.; RAMOS, A.M. Caracterização e processamento de cubiu (*Solanum sessiliflorum*). **Revista Ceres**, v. 53, n. 307, p. 309-316, 2006.

RAYMAN, M.P. Selenium and human health, **Lancet**, n. 379, p. 1256-1268, 2012.

RIGANO, M. M.; DE GUZMAN, G.; WALMSLEY, A.M.; FRUSCIANTE, L.; BARONE, A. Production of pharmaceutical proteins in Solanaceae food crops. **International Journal of Molecular Sciences**, n. 14, p. 2753–2773, 2013.

RIPOLL, J.; URBAN, L.; BRUNEL, B.; BERTIN, N. Water deficit effects on tomato quality depend on fruit developmental stage and genotype. **Journal of Plant Physiology**, n. 15, p. 190:26-35, 2016.

SALVADOR, J. T.; CARVALHO, T. C.; LUCCHESI, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.

SANTOS, M.; JÚNIOR, F.M.R.S.; MUCCILLO-BAISCH, A.L. Selenium content of Brazilian foods: A review of the literature values. **Journal of Food Composition and Analysis**, n. 58, p. 10-15, 2017.

SEQUI, S.J.M. Androgenesis in Solanaceae. **Methods in Molecular Biology**, n. 1359, p. 209-44, 2016.

SILLA, L.M.; ZELMANOWICZ, A.; MITO, I.; MICHALOWSKI, M.; HELLWING, T.; SHILLING, M.A.; FRIEDRISCH, J.R.; BITTAR, C.M.; ALBRECHT, C.A.M.; SCAPINELLO, E.; CONTI, C. High prevalence of anemia in children and adult women in an urban population in southern Brazil. **PLOS ONE**, v. 8, n. 7, p. 68805, 2013.

SHEPHERD, G.J. Plantas terrestres. In: Lewinsohn, T.M. (org.). Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira. Série Biodiversidade, n. 15, p. 145–192, 2005.

STADLMAYR, B.; NILSSON, E.; MOUILLE, B.; MEDHAMMAR, E.; BURLINGAME, B.; CHARRONDIÈRE, R. Nutrition indicator for biodiversity on food composition—A report on the progress of data availability. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. 4, p. 692-698, 2011.

STAHL, T.; TASCHA, H.; BRUNN, H. Aluminium content of selected foods and food products. **Environmental Sciences Europe**, n. 23, p. 37, 2011.

ŠVECOVÁ, B.; BORDOVSKÁ, M.; KALVACHOVÁ, D.; HÁJEK, T. Analysis of Czech meads: Sugar content, organic acids content and selected phenolic compounds content. **Journal of Food Composition and Analysis**, n. 38, p. 80-88, 2015.

TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA – ÚNICA MP. 4. ed. **Revista e ampliada**. Campinas: NEPA- UNICAMP, 161, 2011.

THOMSON, B.M.; VANNOORT, R.W.; HASLEMORE, R.M. Dietary exposure and trends of exposure to nutrient elements iodine, iron, selenium and sodium from the 2003-4 New Zealand Total Diet Survey. **British Journal of Nutrition**, n. 99, p. 614-625, 2008.

TOLEDO, A.; BURLINGAME, B. Biodiversity and nutrition: A common path toward global food security and sustainable development. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n 6-7, p. 477-483, 2006.

VIEIRA, R.C.S.; FERREIRA, H.S. Prevalência de anemia em crianças brasileiras, segundo diferentes cenários epidemiológicos. **Revista de Nutrição**, v. 23, n.3, 2010.

VILLACHICA, H. Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). In: VILLACHICA, H. Frutales y hortalizas promissórios del Amazonas. Lima: **Secretaria Pro-Tempore**, p. 98-102, 1996.

WHO/UNICEF/ONU. Iron Deficiency Anaemia: Assessment, Prevention and Control. A Program from Programme Managers WHO/NHD/01.3, Geneva, 2001.

YUYAMA, K.L.O.; MACEDO, S.H.M.; AGUIAR, J.P.L.; FILHO, D.S.; YUYAMA, K.; FÁVARO, D.I.T.; VASCONCELLOS, M.B.A. Quantificação de macro e micro nutrientes em algumas ervas variedades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Acta Amazonica**, v. 37, n. 3, p. 425-30, 2007.

YUYAMA, L.K.O.; PANTOJA, L.; MAEDA, R.N.; AGUIARJ.P.L.; SILVA, S.B. Desenvolvimento e aceitabilidade de geleia dietética de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 929-934, 2008.



## Artigo 2 – Digestibilidade aparente do amido e determinação do índice glicêmico e carga glicêmica do maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal)

### RESUMO

As frutas nativas brasileiras são destacadas pelo seu sabor exótico, entretanto, são pouco conhecidas. Desta forma, o objetivo deste estudo é avaliar o amido total, amido resistente e o amido digerível, além de determinar o índice glicêmico e a carga glicêmica do fruto tropical brasileiro maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), tendo em vista que para este fruto esses indicadores ainda não foram determinados. O maná-cubiu apresentou-se com baixo IG e CG. Assim, o seu consumo pode ser incentivado em dietas para pacientes diabéticos tipo 2 ou em dietas de restrição calórica, promovendo a redução dos riscos provocados pelas doenças crônicas não transmissíveis.

**Palavras-chave:** maná-cubiu, cocona, amido, índice glicêmico, carga glicêmica

### 1 INTRODUÇÃO

As doenças crônicas não transmissíveis estão cada vez mais prevalentes em todo mundo. A busca por uma alimentação saudável tem aumentado, devido à progressão dessas doenças como a obesidade, em consequência o diabetes (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2013; SALEHI et al., 2012; SALGADO et al., 2010).

Atualmente estima-se que 382 milhões de pessoas vivem com diabetes no mundo, com projeção de aumento de 50% no ano de 2035. Entre os fatores de prevenção do diabetes estão o estilo de vida saudável e a incorporação de hábitos alimentares saudáveis, como o consumo de alimentos com baixo índice glicêmico (IG) (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2014; SZWARCOWALD et al., 2015; BRAND et al., 2002; FOSTER; HOLT; BRAND, 2002; OPPERMAN et al., 2004; SCHULZ et al., 2005; GIACCO et al., 2000).

O conceito de Índice Glicêmico foi proposto por cientistas da Universidade de Toronto no Canadá em 1981 (JENKINS et al., 1981) com o objetivo de controlar o desenvolvimento de doenças crônicas. Essa categorização é baseada no efeito da

resposta glicêmica em relação à ingestão de alimentos com diferentes teores de carboidratos (BRAND-MILLER et al., 2014; AUGUSTIN, 2015).

O IG é definido como a área sob a curva à resposta glicêmica mensurada após o consumo de 50g de carboidratos do alimento teste e a relação aos resultados obtidos pelo consumo de 50g de um alimento padrão, podendo ser a glicose ou o pão branco (BRAND-MILLER et al., 2014; SCHWINGSHACKL; HOBL; HOFFMANN, 2015).

No entanto, existem algumas limitações quanto à aplicação do índice glicêmico e carga glicêmica de cada alimento (FREI et al., 2003; DEEPA et al.; 2010; SING et al., 2011). Considerando que os estudos com seres humanos necessitam de aprovação em comitês de ética em pesquisa, com alto custo de execução, invasivos e de consideráveis períodos de execução, sendo assim, há vantagens na utilização de métodos *in vitro*. Estes são rápidos, podendo ser utilizados para alimentos nos quais há dificuldade na ingestão da quantidade necessária para os testes *in vivo*, além do que apresentam custos reduzidos (CAPRILES et al., 2009; SANTOS et al., 2015).

Devido a estes fatores, aplica-se o Índice de Hidrólise (IH), método empregado a partir da taxa da digestão *in vitro* do amido, utilizado como base para prever a resposta glicêmica a uma refeição contendo carboidratos (GOÑI et al., 1997).

O IG isolado, não nos fornece a quantidade de carboidratos em uma porção alimentar (MC-LELLAN, 2010; BHUPATHIRAJU et al., 2014). Portanto, em 1997, surgiu-se a necessidade de um indicador complementar ao IG para avaliar a carga glicêmica (CG) de um alimento, ou seja, determinar a qualidade e a quantidade de carboidratos em uma porção (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2013; DANONE VITAPOLE / FAO, 2001).

Estes dois conceitos são fundamentais para determinar a ingestão em quantidade adequada de um alimento, podendo a CG auxiliar na interpretação da resposta glicêmica de um alimento ou refeição a fim de direcionar a demanda insulínica impulsionada pela dieta (SILVA; MELLO, 2006).

Esse interesse tem fornecido a expansão de pesquisas visando alternativas de prevenção ao controle do Diabetes Mellitus tipo II (DMII) (BARGHAMDI et al., 2016; FARDET; ROCK, 2016; LI et al., 2015; YAHIA, 2010), porém pouco enfoque tem sido empregado ao efeito glicêmico em frutos (PASSOS et al., 2015).

Além das fibras dietéticas, o amido resistente possui efeitos fisiológicos na resposta glicêmica, apresentando comportamento semelhante ao da fibra alimentar (MENEZES et al., 2011; LOBO; SILVA, 2003).

Estudos têm evidenciado a influência do maná-cubiu sobre a concentração da glicose sanguínea em experimentação animal e em humanos, em que apresentaram reduções significativas (SANDOVAL, 2004; YUYAMA et al., 2005). Embora existam outros componentes que possam estar presentes nos frutos servindo de mecanismos para a prevenção e gerenciamento do diabetes tipo 2, entre eles as propriedades antioxidantes e as fibras dietéticas, disponíveis em quantidades consideráveis nos vegetais (OBOH et al., 2015; POST et al., 2012),

Ainda não foram identificados o IG e a CG do maná-cubiu, entretanto o tomate, pertencente à mesma família apresenta baixo IG (38,38) (OBOH et al., 2015). Deste modo, o objetivo deste estudo é avaliar o amido total, o amido resistente, o amido digerível e determinar o índice glicêmico e a carga glicêmica presente no maná-cubiu.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Coleta dos frutos

A coleta do maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) foi realizada no município de Antonina, (Latitude 25° 16'31" S e Longitude 4° 41'55" O), Brasil. Foram selecionados frutos maduros sem rachaduras, considerados adequados para o consumo. Estes frutos foram transportados à 18.°C por aproximadamente duas horas até o laboratório.

As amostras foram higienizadas, sendo imersas em solução clorada (hipoclorito de sódio a 2%, 200 mg.L<sup>-1</sup>) por 15 minutos, enxaguadas em água corrente e secas em temperatura ambiente.

Após esse procedimento, foram cortadas manualmente e homogeneizadas em moinho doméstico (Cadence MDR301®), e congeladas à -20 °C para posterior liofilização.

### 2.3 Determinação do amido total

Utilizou-se a metodologia proposta por GOÑI et al. (1997). Foram pesados 50 mg da amostra (em triplicata) e diluído em 6mL de solução 2M KOH e energicamente agitados a temperatura ambiente por 30 minutos. Logo, adicionou-se 3mL de tampão acetato de sódio pH 4,75 e 60 µL de amiloglucosidase. As amostras foram incubadas por 45 minutos a 60°C em banho térmico. Assim, foi possível determinar a glicose com kit glicose oxidase-peroxidase (Glicose Liquiform, Labtest, Brasil®). Para obtenção do teor de amido total utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Valor obtido} \times 0,9 = \text{AT (amido total)}$$

#### 2.4 Amido Resistente (AR)

Foram pesados 100 mg de amostra (em triplicata). Adicionou-se alfa-amilase pancreática (10 mg/mL) e amiloglucosidase (3U/mL). As amostras foram incubadas por 16 horas a 37°C, com agitação. Adicionou-se etanol (%) para finalizar a reação enzimática. Depois foram centrifugadas à 10.000 rpm e decantadas. Em seguida, solubilizou-se o precipitado com solução 2M de KOH em banho de gelo com agitação magnética. A glicose foi determinada com kit enzimático glicose oxidase-peroxidase (Glicose Liquiform, Labtest, Brasil®). O amido resistente foi calculado como glicose x 0,9. O amido digerível foi calculado como a diferença entre o amido total e o amido resistente (GOÑI et al. 1997):

#### 2.5 Digestão *in vitro* do amido

Pesou-se 50 mg do maná-cubiu. Foram dissolvidos em 10 mL de tampão HCl-KCl pH 1,5. Adicionou-se 0,2 mL de solução contendo 1 g de pepsina em 10 mL de tampão HCl – KCl em cada amostra (polpa e casca). As amostras foram incubadas a 40°C por 1 hora em banho com agitação. Completou-se o volume para 25 mL com tampão tris-maleato pH 6,9 + 5mL de solução alfa-amilase em tampão tris-maleato contendo 2,6 UI - 3 UI em cada amostra. Novamente, incubou-se a 37°C em banho com agitação. Retirou-se as alíquotas de 1 mL de cada tubo a cada 30 minutos, de 0 a 3 horas (0, 30, 60, 90, 120 e 180 minutos).

As alíquotas foram adicionadas em tubos a 100°C com agitação enérgica por 5 min para inativar as enzimas. Após, refrigerou-se até o fim do tempo de incubação. Após as 3 horas de incubação, foi adicionado 3 mL de tampão acetato de sódio (pH

4,75) a cada alíquota e 60µL de amiloglucosidase (para hidrolisar o amido em glicose). Foram deixadas em banho com agitação a 60°C por 45 minutos. As alíquotas foram retiradas em triplicata de 0,5mL. Utilizou-se o kit enzimático de determinação de glicose.

A taxa de digestão do amido foi expressa como a porcentagem de carboidrato hidrolisada em diferentes tempos (0, 30, 60, 90, 120 e 180 minutos) A área sob a curva (AUC) de hidrólise foi calculada pelo método trapezoidal proposto pela FAO (FAO/WHO, 1998). O índice de hidrólise (IH) foi calculado como a relação entre a AUC do fruto em comparação com a AUC da glicose usada como controle, pela seguinte fórmula:

$$IH = \frac{\text{AUC alimento}}{\text{AUC glicose}}$$

O índice glicêmico foi calculado segundo modelo matemático proposto por Goñi et al. (1997):

$$IG = 39,71 + (0,549 \times IH)$$

A carga glicêmica foi calculada pela multiplicação da quantidade de carboidrato presente na porção do alimento pelo índice glicêmico de acordo com o cálculo:

$$CG = \frac{\text{quantidade de carboidrato}}{100} \times IG$$

## 2.6 Análises estatísticas

Todas as análises foram realizadas em triplicata, e os resultados expressos pela média e desvio padrão, utilizando como apoio o programa *Excel* 2010.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Determinação do amido

Os teores do amido total, amido resistente a amido digerível estão expressos na TABELA 1.

TABELA 1 – CONTEÚDO DO AMIDO TOTAL, AMIDO RESISTENTE E AMIDO DIGERÍVEL

Alimento	Amido Total	Amido Resistente	Amido Digerível <sup>1</sup>
Maná-cubiu	2,16±0,09	0,37±0,01	1,79±0,10

Legenda: Valores expressos em g/100g em média e desvio padrão; <sup>1</sup>Cálculo obtido pela diferença entre o amido total e o amido resistente.

O amido total do maná-cubiu apresentou um teor de 2,16 g/100g, corroborando com a informação de que este polissacarídeo encontra-se em abundância em plantas, sendo o carboidrato de maior fonte da dieta (BAIXAULI et al., 2008).

O maná-cubiu apresentou 0,37 g/100g de amido resistente, ou seja, quando o amido total passa por um processo de digestão, algumas partículas não são digeríveis pelo intestino delgado de indivíduos saudáveis, podendo ser fermentados no intestino grosso, esta fração é denominada amido resistente (FAISANT et al., 1993; EERLINGEN; DELCOUR, 1995; GOÑI et al., 1996).

Devido à absorção incompleta deste amido no organismo, ele pode servir como substrato para a microbiota intestinal, levando a produção de ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato), consequentemente favorecendo a estimulação de proliferação celular do cólon (CARABIN; FLAMM, 1999) e o trofismo da mucosa intestinal (FUENTES-ZARAGOZA et al., 2010; HAUB et al., 2010).

Atualmente existem vários consensos para determinar a recomendação de ingestão do amido resistente, entretanto nenhum brasileiro. Na Índia e na China preconiza-se o consumo diário de 10 a 18g/dia e a União Europeia recomenda 3 a 6 g/dia (NUGENT, 2005). Embora, a recomendação seja pequena a Europa Ocidental recomenda de 18 a 20g de fibras totais/dia. Já a Organização de Pesquisa Científica e Industrial da Austrália (SCIRO) recomenda o consumo de até 20 g/dia de amido resistente (LUNN; BUTTRISS, 2007), para esta recomendação o maná-cubiu contribui 10,8% do consumo diário de amido resistente.

O maná-cubiu apresentou teores de amido digerível igual a 1,79 ± 0,10. Esta fração do amido irá passar pelo processo de hidrólise resultante das enzimas digestivas, porém dependendo do processamento utilizado ao fruto, pode-se ter um

maior teor de amido resistente, aumentando as frações não-digeríveis (FUENTES-ZARAGOZA et al., 2010).

O maná-cubiu é utilizado em preparações cozidas (PEREIRA, 2001; AUGUSTO, 2002), para esse tipo de preparação o amido passa por um processo de gelatinização, em que o amido se rompe aumentando a sua suscetibilidade à degradação enzimática. Desta forma, aumenta sua predisposição para a digestão e absorção pelo intestino delgado, podendo ocorrer aumento à resistência à insulina (HOLM et al., 1988; SHARMA e YADAV, 2008).

Em caso do consumo do maná-cubiu direcionado a uma dieta com baixo índice glicêmico, recomenda-se o seu consumo cru sem tratamento térmico. Além disso, o fruto triturado antes de ser cozido pode ocorrer aumento da área de contato com o trato gastrointestinal, aumentando a velocidade de digestão e absorção resultando em uma maior resposta glicêmica e insulinêmica no organismo (ALMINGER; EKLUND-JONSSON, 2008; JUNG et al., 2009).

### 3.2 Índice glicêmico e carga glicêmica

Os resultados obtidos pelo glicêmico e carga glicêmica estão apresentados na TABELA 2.

TABELA 2 - VALORES DO ÍNDICE DE HIDRÓLISE E DO ÍNDICE E CARGA GLICÊMICA ESTIMADOS NO MANÁ-CUBIU

Alimento (100g de fruto)	Índice de hidrólise	Índice glicêmico	Carga glicêmica
Maná-cubiu	4,07±0,64	41,93±0,35	2,59±0,02

Legenda: Valores expressos em g/100g em média e desvio padrão. Dados em relação à glicose.

O índice de hidrólise (4,07) foi utilizado na equação estabelecida por Goñi et al. (2007) para estimar o índice glicêmico. Esses autores encontraram forte correlação ( $r=0,89$ ;  $p<0,05$ ) entre índice de hidrólise e índice glicêmico, sugerindo que este método de hidrólise do amido *in vitro* pode estimar os valores de IG, sendo a técnica mais empregada em pesquisas brasileiras.

O maná-cubiu maduro apresentou IG igual a 41,93. Este índice pode apresentar oscilação conforme o estágio de maturação do fruto, processamento do

alimento e condições fisiológicas do indivíduo (ADA, 2014; (FAO/WHO, 1998; CARVALHO e ALFENAS, 2008).

De acordo com a classificação da Associação Americana de Diabetes (2014), os alimentos são definidos como: baixo IG ( $\leq 55$ ), médio IG (56 - 69) e alto IG ( $\geq 70$ ). Assim, o maná-cubiu pode ser considerado um fruto de baixo IG.

Estudos apontam que os alimentos com baixo IG promove discreto aumento da glicemia pós-prandial fornecendo fontes de energia gradualmente ao organismo humano, ao contrário os alimentos de alto IG promovem absorção imediata da glicemia (OMS, 1998; BRAND-MILLER, 1999).

Além disso, dietas com alto índice glicêmico fornecem menor saciedade. Assim, o maná-cubiu pode ser apontado como um alimento a ser utilizado em dietas de restrição de carboidratos, ao controle de peso e dietas direcionadas aos indivíduos diabéticos, resultando também em um menor consumo alimentar (GUITIERRE; ALFENAS, 2007).

A carga glicêmica do maná-cubiu, de acordo com os parâmetros que define baixa CG  $\leq 10$ , média CG entre 11 a 19 e alta carga glicêmica  $\geq 20$ , apresentou baixa CG (CG = 2,59) (ADA, 2014). Esse dado torna-se relevante, quando consideramos seu consumo seguro, descartando a sobrecarga glicêmica da ingestão alimentar do fruto, minimizando os eventuais riscos de diabetes e obesidade (DAS et al., 2007).

As alterações nas respostas glicêmicas aos carboidratos também podem prejudicar a resposta da carga glicêmica de alimentos, pela composição e propriedades de amido (digerível ou indigerível), ao conteúdo de fibra alimentar, aos açúcares, armazenamento e tempo de colheita do fruto (UROOJ; PUTTRAJ, 1999; BAHADO-SINGH et al., 2011).

#### **4 CONCLUSÃO**

O maná-cubiu apresentou baixo índice glicêmico e baixa carga glicêmica e pode ser consumido com segurança. Por este motivo, a utilização deste conceito poderá auxiliar aos profissionais de nutrição direcionados aos indivíduos que já consomem este fruto com melhor enfoque em um plano alimentar individualizado.



## REFERÊNCIAS

ADA. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes. **Diabetes Care**, n. 36, p. 1, 2013.

ALMINGER, M.; EKLUND-JONSSON, C. Whole-grain cereal products based on a high-fi bre barley or oat genotype lower post-prandial glucose and insulin responses in healthy humans. **European Journal of Nutrition**, v.47, p.294-300, 2008.

AUGUSTIN, L. S. A.; KENDALL, C.W.; JENKINS, D.J.; WILLETT, W.C.; ASTRUP, A.; BARCLAY, A.W.; BJÖRCK, I.; BRAND-MILLER, J.C., BRIGHENTI, F., BUYKEN, A.E.; CERIELLO, A.; LA VECCHIA, C.; LIVESEY, G.; LIU, S.; RICCARDI, G.; RIZKALLA, S.W.; SIEVENPIPER, J.L.; TRICHOPOULOU, A.; WOLEVER, T.M.; BAER-SINNOTT, S., POLI. A. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, 2015.

BAHADO-SINGH, P.S.; RILEY, C.K.; WHEATLEY, A.O.; LOWE, H.I.C. Relationship between processing method and the glycemic indices of ten Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) cultivars commonly consumed in Jamaica. **Journal of Nutrition and Metabolism**, p. 2, 2011.

BAIXAULI, R.; SANZ, T.; SALVADOR, A.; FISZMAN, S.M. Muffins with resistant starch: Baking performance in relation to the rheological proprieties of the batter. **Journal of Cereal Science**, v. 47, p. 502-509.

BARGHAMDI, B. Therapeutic effects of *Citrullu scolocyn* this fruit in patients with type II diabetes: A clinical trial study. **Journal of Pharmacy And Bioallied Sciences**, v. 8, n. 2, p. 130–134, 2016.

BRAND-MILLER, J.C.; FOSTER-POWELL, K.; ATKINSON, F. The low GI shopper's guide to GI values 2014: the authoritative source of glycemic index values for more than 1.200 foods. Philadelphia: **Da Capo Press**, 2014.

BHUPATHIRAJU, S.N.; TOBIAS, D.K.; MALIK, V.S.; PAN, A.; HRUBY, A.; MANSON, J.; WILLETT, W.C.; HU, F.B. Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes: results from 3 large US cohorts and an updated meta-analysis. **American Journal of Clinical Nutrition**, 2014.

BRAND, M.J.C.; HOLT, S.H.; PAWLAK, D.B.; MCMILLAN, J. Glycemic index andobesity. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, n. 1, p. 2, 2002.

BRAND-MILLER, J. C.; FOSTER-POWELL, K; ATKINSON, F. The low GI shopper's guide to GI values 2014: the authoritative source of glycemic index values for more than 1.200 foods. Philadelphia: Da Capo Press, 2014.

CARABIN, I.G., FLAMM, W.G. Evaluation of safety of inulin and oligofructose as dietary fiber. regul toxicol. **Pharmacol**, v.30, p.268-282. 1999.

DANONE VITAPOLE/FAO. Glycaemic index and health: the quality of the evidence. Bandol: **John Libbey Eurotext**, 2001.

DAS, S.K.; GILHOOLY, C.H.; GOLDEN, J.K.; PITTAS, AG.; FUSS, P.J.; CHEATHAM, R.A.; TYLER, S.; TSAY, M.; MCCRORY, M.A.; LICHTENSTEIN, A.H.; DALLAL, G.E.; DUTTA, C.; BHAPKAR, M.V.; DELANY, J.P.; SALTZMAN, E.; ROBERTS, S.B. Long-term effects of 2 energy restricted diets differing in glycemic load on dietary adherence, body composition, and metabolism in CALERIE: a 1-y randomized controlled trial. **Am J Clin Nutr.**, v. 85, n. 4, p. 1023-30, 2007.

DEEPA, G., SINGH, V., NAIDU, K.A. A comparative study on starch digestibility, glycemic index and resistant starch of pigmented ('Njavara' and 'Jyothi') and a non-pigmented ('IR 64') rice varieties. **Journal of Food Science and Technology**. n. 47, p. 644–649, 2010.

EERLINGEN, R.C.; DELCOUR, J.A. Formation, analysis, structure and properties of type III enzyme resistant starch. **Journal of Cereal Science**, v.22, p.129-138, 1995.

FARDET, A.; ROCK, E. The Healthy Core Metabolism: A New Paradigm for Primary Preventive Nutrition. **Journal of Nutrition Health and Aging**, v. 20, n. 3, p. 239-47, 2016.

FAISANT, N.; CHAMP, M.; COLONNA, P. et al. Structural discrepancies in resistant starch obtained in vivo in humans and in vitro. **Carbohydrate Polymers**, v.21, n.1, p.205-209, 1993.

FAO/WHO. World Health Organization. Carbohydrates in human nutrition. Report of a Join FAO/WHO Expert Consultation, p. 66. Rome: **WHO**, 1998.

FOSTER, P.K.; HOLT, S.H.; BRAND, M.J.C. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. **American Journal of Clinical Nutrition**, 76, 1, 5-56, 2002.

FREI, M., SIDDHURAJU, P., BECKER, K. Studies on the in vitro starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Philippines. **Food Chemistry**, n. 83, p.395–402, 2003.

FUENTES-ZARAGOZA, E., RIQUELME-NAVARRETE, M.J., SÁNCHEZ-ZAPATA, E. PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A. Resistant starch as functional ingredient: A review. **Food Research International**. v.43, n.4, p.931-942, 2010.

GIACCO, R.; PARILLO, M.; RIVELLESE, A.A.; LASORELLA, G.; GIACCO, A.; D'EPISCOPO, L.; RICCARDI, G. Long-term dietary treatment with increased amounts of fiber-rich low-glycemic index natural foods improves blood glucose

control and reduces the number of hypoglycemic events in type 1 diabetic patients. **Diabetes Care**, v. 23, n. 10, p. 1461-6, 2000.

GOÑI, I.; GARCIA-ALONSO, A.; SAURA-CALIXTO, F. A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. **Nutrition Research**, n. 17, p. 427–437, 1997.

GOÑI, I.; GARCÍA-DIZ, L.; MAÑAS, E.; SAURA-CALIXTO, F. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. **Food Chemistry**, v.56, v.4, p.445-449, 1996.

GUITIERRE, A.P.M.; ALFENAS, R.C.G. Efeitos do índice glicêmico no balanço energético. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 51, n.3, 2007.

JENKINS, D. J.; WOLEVER, T.M.; TAYLOR, R.H.; BARKER, H.; FIELDEN, H.; BALDWIN, J.M.; BOWLING, A.C.; NEWMAN, H.C.; JENKINS, A.L.; GOFF, D.V. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. **American Journal of Clinical Nutrition**, n. 34, p. 3, 1981.

JENKINS AL. The glycemic index: Looking back 25 years. **Cereal Foods World**, n. 52, p. 50-53, 2007.

JUNG, E.Y.; SUH, H.J.; HONG, W.S.; KIM, D.G.; HONG, Y.H.; HONG, I.S.; CHANG, U.J. Uncooked rice of relatively low gelatinization degree resulted in lower metabolic glucose and insulin responses compared with cooked rice in female college students. **Nutrition Research**, v.29, p. 457–461, 2009.

LI, C.Q.; LIAU, X.B.; LI, X.H.; GUO, J.W.; QU, Z.L.; LI, L.M. Effect and Mechanism of Litchi Semen Effective Constituents on Insulin Resistance in Rats with Type 2 Diabetes Mellit. **Zhong Yao Cai**, v. 38, n. 7, p. 1466-71, 2015.

LOBO, A.R., SILVA, G.M.L. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Revista de Nutrição**, v. 16 n. 2, 2003.

LUNN, J.; BUTRISS, J.L. Carbohydrates and dietary fiber. **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**, v. 32, p. 21-64, 2007.

MC-LELLAN, K. C. P., SREBERNICH, S.M., MEIRELES, F., POSTALI, C.C., MERHI, V.A.L. Determinação do índice glicêmico e da carga glicêmica de dietas hospitalares para indivíduos com diabetes. **Caderno de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, 2010.

NUGENT, A.P. Health properties of resistant starch. **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**, v.30, p. 27-54, 2005.

OBOH, G.; ADEMOSUN, A.O.; AKINLEYE, K.; OMOJOKUN, O.S.; BOLIGON, A.A.; ATHAYDE, M.L. Starch composition, glycemic indices, phenolic constituents, and antioxidative and antidiabetic properties of some common tropical fruits. **Journal of Ethnic Foods**, n. 2, p. 64-73, 2015.

OPPERMAN, A.M.; VENTER, C.S.; OOSTHUIZEN, W.; THOMPSON, R.L.; VORSTER, H.H. Meta-analysis of the health effects of using the glycaemic index in meal-planning. **British Journal of Nutrition**, v. 92, n. 3, p. 367-81, 2014.

PASSOS, T.U.; SAMPAIO, H.A.C.; SABRY, M.O.D.; MELO, .L.P.; COELHO, M.A.M.; LIMA, J.W.O. Glycemic index and glycemic load of tropical fruits and the potential risk for chronic diseases. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 1, 2015.

POST, R.E.; MAINOUS, A.G.; KING, D.E.; SIMPSON, K.N. Dietary Fiber for the Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus: A Meta-Analysis. **JABFM**, n. 25, 2012.

SALEHI, M.; YOUSEFINEJAD, A.; PISHDAD, G. The effect of a diet education with six iso-caloric meals on the body weight and blood glucose of diabetes type 2 patients. **Food Science and Technology**, v. 32, n. 2, p. 329-333, 2012.

SALGADO, J.M.; BOMBARDE, T.A.D.; MANSI, D.N.; PIEDADE, S.M.S.; MELETTI, L.M.M. Effects of different concentrations of passion fruit peel (*Passiflora edulis*) on the glicemic control in diabetic rat. **Food Science and Technology**, v. 30, n. 3, p. 784-789, 2010.

SCHULZ, M.; LIESE, A.D.; MAYER-DAVIS, E.J.; D'AGOSTINO, R.B JR.; FANG, F.; SPARKS, K.C.; WOLEVER, T.M. Nutritional correlates of dietary glycaemic index: new aspects from apopulation perspective. **British Journal of Nutrition**, v. 94, n. 3, p. 397-40, 2005.

SCHWINGSHACKL, L.; HOBL, L. P.; HOFFMANN, G. Effects of low glycaemic index/low glycaemic load vs. high glycaemic index/ high glycaemic load diets on overweight/ obesity and associated risk factors in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. **Nutrition Journal**, 2015.

SILVA, F.M.; MELLO, V.D.F. Índice glicêmico e carga glicêmica no manejo do diabetes melito. **Revista do Hospital das Clinicas de Porto Alegre – HCPA**, v. 26, n. 2, p. 73-81, 2006.

SZWARCWALD, C.L.; JÚNIOR, P.R.B.S.; DAMACENA, S.N.; ALMEIDA, W.S.; MALTA, D.C.; STOPA, S.R.; VIEIRA, N.L.F.P.; PEREIRA, A.Z. Recommendations and practice of healthy behaviors among patients with diagnois and diabetes in Brazil: National Health Survey (PNS). **Revista Brasileira de Epidemiologia**, n. 2, p. 132-45, 2015.

UROOJ, A.; PUTTRA, J.S. Digestibility index and factors affecting rate of starch digestion in vitro in conventional food preparation. **Starch/Staerke, Journal Nahrung/Food**, n. 51, p. 430-435, 1999.

YAHIA, E. M.; ROSA, L.D.; PARRILLA, E.A.; AGUILA, G.A.G. The Contribution of Fruit and Vegetable Consumption to Human Health. Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability. Hoboken: **Wiley-Blackwell**, p. 3-5, 2010.

### Artigo 3 - Investigação do potencial antioxidante e dos compostos fenólicos totais do maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal)

#### 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a exploração de frutos exóticos para formulações de alimentos e bebidas saudáveis, vem proporcionando sabores inovadores. Os frutos em geral possuem grandes quantidades de compostos bioativos, contribuindo para a capacidade antioxidante dos produtos alimentares (CORBO et al., 2014; KORIR et al., 2014).

O *Solanum sessiliflorum* Dunal é um pequeno arbusto de espécie tropical que se originou nas encostas do Peru, Colômbia, Equador e Venezuela e em toda parte amazônica do Brasil. Muitos membros da família Solanacea são bem conhecidos como, batatas, tomates e berinjelas (SCHUELTER et al., 2009; DUARTE, 2011).

Os frutos do *Solanum sessiliflorum* Dunal são conhecidos como cocona, maná-cubiu, cubiu, tomate de índio e topiro (SEQUI, 2016). Esses frutos apresentam sabor incomum e são consumidos em saladas, sucos ou utilizados na elaboração de geleias e bolos (MARX; ANDRADE; MAIA, 1998; HERNANDES et al., 2014).

Sua utilização também serviu para outros fins medicinais, sendo que as folhas e raízes foram aplicadas contra mordidas de cobras e escorpião (HERNANDES et al., 2014). Estudos comprovam a ação do fruto na atividade anti-hipertensiva, combate ao *Helicobacter pylori*, redução de colesterol e glicose (SILVA et al., 2003; VANDEBROEKA et al. 2004; YUYAMA et al., 2005; SANDOVAL, 2010; MAIA, 2015). No entanto, apesar de seu grande potencial há poucos estudos sobre o fruto e seu consumo fica restrito as comunidades locais.

O maná-cubiu apresenta uma variedade de compostos fenólicos, especialmente 5- Ácido cafeoilquinico, N<sup>1</sup>,N<sup>8</sup>- Bi (hidrocafeoilquinico) espermidina e N<sup>1</sup>,N<sup>4</sup>, N<sup>8</sup> Tri (hidrocafeoilquinico) espermidina (RODRIGUES, MARIUTTI; MERCADANTE, 2013). Devido a estes compostos bioativos presente nos frutos, diversos estudos veem sendo incentivados para o consumo incluindo a casca do fruto devido à sua atribuição nutricional, e vasta aplicabilidade em indústrias alimentares e farmacêuticas (HUCHIN et al., 2015; CHEN et al., 2017).

Diante do exposto o objetivo deste estudo foi determinar o conteúdo de

compostos fenólicos totais da polpa e casca do maná-cubiu, assim como avaliar sua atividade antioxidante.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Coleta e preparo da amostra**

As amostras dos frutos do maná-cubiu foram colhidas no mês de maio de 2016, no município de Antonina na Mata Atlântica do estado do Paraná (Latitude 25°16'31"S e longitude 48°41'55"O).

Os frutos coletados foram acondicionados em caixas isotérmicas à 18°C e transportados até o Laboratório de Análises Químicas da UFPR, não excedendo um período de 2 horas.

Os frutos foram selecionados manualmente e higienizados em imersão de solução clorada (hipoclorito 200 mg L<sup>-1</sup>) durante 15 minutos, enxaguados em água corrente e secos em ar ambiente. Após esta etapa, os frutos foram descascados manualmente, separando-se polpa com sementes e casca.

As distintas partes dos frutos supracitadas foram liofilizadas em equipamento apropriado (Cperon Freezer Dryer -55°C®). As amostras foram trituradas separadamente em moinho doméstico (Cadence MDR301®). Em seguida foram embaladas a vácuo (Jumbo Plus, Selovac, São Paulo, Brasil®), utilizando embalagens de polietileno e congelados à - 20 °C até a realização das análises da determinação dos compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante.

### **2.2 Extrato da fruta**

Para obtenção dos extratos foram pesadas 1 g de amostras de polpa e casca liofilizadas separadamente em béqueres de 100 mL. Em seguida foram adicionados 40 mL de metanol:água (50:50) (v/v) homogeneizados e submetidos ao processo de extração em ultrassom por 30 minutos USC-1400 (Unique, São Paulo, Brasil®). Os extratos da polpa e casca foram centrifugados por 15 min a 2000 rpm (Fanen 280R, São Paulo, Brasil®). Posteriormente, os sobrenadantes foram coletados e armazenados em um balão volumétrico de 100 mL. O resíduo da centrifugação foi submetido a um novo processo de extração com adição de 40 mL de acetona:água (70:30) (v/v) em ultrassom por 30 minutos.

O extrato foi submetido ao mesmo processo de centrifugação. O novo sobrenadante extraído foi adicionado ao sobrenadante da primeira extração e foi completado o volume para 100 mL em balão volumétrico com água deionizada. Os extratos foram utilizados para análises de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante (RUFINO et al., 2009).

### 2.3 Determinação de compostos fenólicos totais

O teor de fenólicos totais presentes nos extratos do maná-cubiu foi determinado pelo método espectrofotométrico com reativo de Folin-Ciocalteu (SINGLETON et al., 1965). Inicialmente adicionou-se em balão volumétrico de 10 mL alíquotas de 100 µL dos extratos (item 2.2), 2 mL de água destilada e 500 µL do reagente de Folin-Ciocalteu (Fluka Chemie AG, Suíça®). Em seguida foram misturados vigorosamente; após 2 minutos adicionou-se 1,5 mL de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) a 20 % (m/v); a solução foi novamente homogeneizada e completou-se o volume (10 mL) com água destilada.

As soluções permaneceram em temperatura ambiente (25 °C) e na ausência total de luz por 2 horas. Transcorrido o tempo estabelecido, a absorbância foi medida em espectrofotômetro (Agilent Technologies, Cary 60 UV-VIS, Santa Clara, CA ®), a um comprimento de onda de 765 nm. O teor de fenólicos totais foi calculado pela interpolação com a curva de calibração com padrões de ácido gálico em diferentes concentrações (50 – 500 mg ácido gálico/L).

A equação da curva obtida foi  $y = 0,0011x + 0,069$  e  $r^2 = 0,9991$ ; em que y é a leitura da absorbância e x é a concentração da solução. Os resultados foram expressos em miligramas (mg) de equivalentes de ácido gálico (EAG)  $100\text{g}^{-1}$  calculados a partir da curva de calibração do ácido gálico: (50-500 µmol;  $y = 0,0013x + 0,0115$ ,  $r^2 = 0,996$ ; y = concentração da solução; x = leitura da absorbância).

### 2.4 Determinação da capacidade antioxidante

#### 2.4.1 Capacidade antioxidante pelo sequestro do radical DPPH

A atividade antioxidante foi quantificada pela capacidade dos antioxidantes presentes nos extratos em sequestrar/desativar o radical estável DPPH, conforme descrito por Brand-Willians, Cuvelier e Berset (1995), e adaptações propostas por

Rufino et al. (2009). O método baseia-se na transferência de elétrons em que, por ação de um antioxidante ou uma espécie radicalar, o DPPH que possui cor púrpura é reduzido formando difenil-picril-hidrazina, de coloração amarela, com conseqüente desaparecimento da absorção, podendo ser monitorada pelo decréscimo da absorvância (NASCIMENTO et al. 2011).

Uma solução de metanol contendo  $0,06 \text{ mmol/L}^{-1}$  de DPPH foi preparada e, armazenada a  $20^\circ\text{C}$  até o momento de sua utilização. Essa solução foi diluída na proporção 1:100 em metanol 80% v/v, ajustando a absorção inicial para um valor próximo de  $0,980 \pm 0,02$  a 515 nm. A solução de DPPH (2,9 mL) foi adicionada a uma cubeta e o percentual de inibição do radical foi medido pela leitura de absorbância em espectrofotômetro Hewlett-Packard modelo HP 8452A (Cheadle Heath, Stockport, Cheshire, UK) no comprimento de onda de 515 nm, antes da adição da amostra ( $t_0$ ).

Em seguida adicionou-se 100  $\mu\text{L}$  dos extratos de maná-cubiu (polpa e casca separadamente), à cubeta. A solução foi agitada e incubada no escuro por 30 minutos em temperatura ambiente ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ) e na ausência total de luz ( $t_{30}$ ). Em seguida realizou-se nova leitura em 515 nm da absorbância final ( $t_{30\text{min}}$ ). A fim de quantificar a atividade antioxidante dos extratos, preparou-se uma curva padrão com solução de Trolox em diferentes concentrações ( $y = 0,1032 x + 0,1088$ ,  $r^2 = 0,998$ ;  $y$  = concentração da solução;  $x$  = leitura da absorbância).

Os resultados foram expressos em  $\mu\text{Mol}$  de capacidade antioxidante equivalente a Trolox (TEAC)  $100\text{g}^{-1}$  de polpa e casca em base úmida. Todas as determinações foram realizadas em triplicata e acompanhadas de um branco (sem amostra).

Para calcular a atividade antioxidante substituiu-se a inibição de 50 % do radical DPPH e encontrou-se o resultado que corresponde à concentração do extrato necessário para reduzir 50 % da concentração do radical inicial ( $\text{EC}_{50}$ ). Os valores foram expressos em g de fruta fresca/g DPPH, conforme método descrito por Rufino et al. (2009).

#### 2.4.2 Atividade antioxidante pelo potencial redutor de ferro (FRAP)

A determinação da atividade antioxidante pela redução de ferro foi realizada conforme metodologia descrita por Benzie e Strain (1996). O método se baseia na



capacidade de um antioxidante em reduzir o  $\text{Fe}^{3+}$  (oxidado) em  $\text{Fe}^{2+}$  (reduzido). Quando isso ocorre na presença de tripiridiltiazina (TPTZ) e em condições ácidas (pH 3,6), a redução é acompanhada pela formação de um complexo de intensa cor azul com o  $\text{Fe}^{2+}$ , com uma absorção máxima a 620 nm (Apak et al., 2004). Em tubo de ensaio foram adicionados 2 mL da solução (cloreto férrico e ácido cítrico) diluída em 8 mL de ácido cítrico, juntamente com 100  $\mu\text{L}$  do extrato metanólico. Em seguida foi submetido à homogeneização em agitador vortex e mantidos em banho-maria a 37 °C por 30 minutos.

Transcorrido o tempo determinado, foi adicionado 1,8 mL de solução TPTZ (1mM em ácido clorídrico - HCl a 0,05 mol L) e após 10 minutos foi medida a absorbância em espectrofotômetro (Agilent Technologies, Cary 60 UV-VIS®) no comprimento de onda de 620 nm.

Para quantificar a capacidade de redução do íon  $\text{Fe}^{3+}$  do extrato foi preparada uma curva padrão ( $y = 0,0015 x - 0,0189$ ,  $r^2 = 0,9954$ ;  $y$  = leitura da absorbância;  $x$  = concentração da solução) com solução de Trolox em diferentes concentrações. 25-500  $\mu\text{Mol}$  Trolox. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{Mol}$  de capacidade antioxidante equivalente a Trolox (TEAC)  $100 \text{ g}^{-1}$ .

## 2.5 Expressão dos resultados

Todas as análises citadas acima foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em relação a matéria liofilizada em base úmida.

## 2.6 Análise estatística

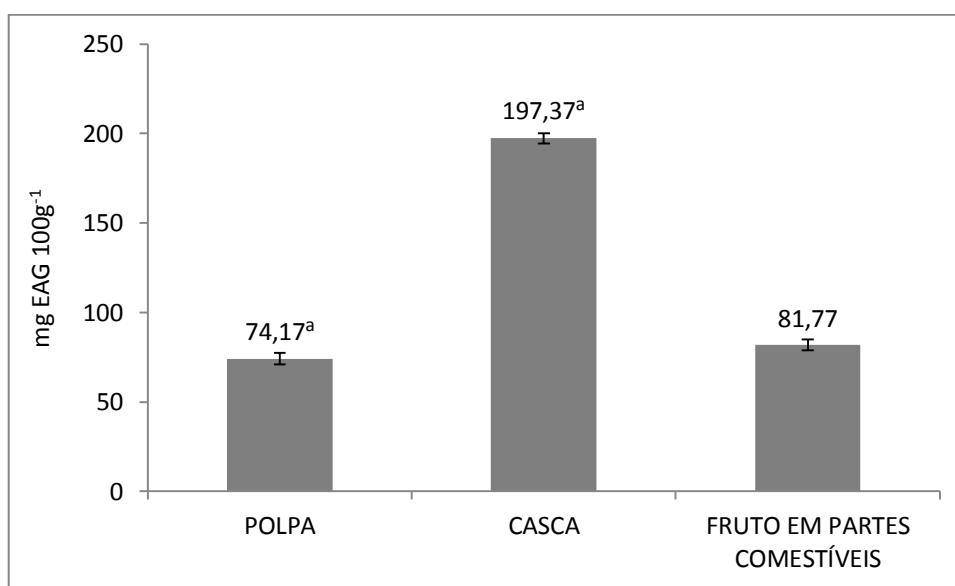
Utilizou-se o programa estatístico SPSS Statistics 24.0®. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com nível de confiança de 95%. Nos casos em que houve diferença significativa, as médias foram comparadas aplicando o teste de *t-student*. As correlações entre variáveis experimentais estudadas foram avaliadas pela correlação de *Pearson* com nível de significância  $p < 0,05$ .

# 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1 Compostos fenólicos

A FIGURA 1 apresenta o conteúdo dos compostos fenólicos totais encontrados nos extratos do maná-cubiu. O teor de compostos fenólicos na polpa ( $74,17 \pm 3,32$  mg/EAG  $100\text{ g}^{-1}$ ) foi inferior ao encontrado na casca ( $197,35 \pm 2,22$  mg/EAG  $100\text{ g}^{-1}$ ), apresentando diferença significativa ( $p=0,0001$ ). Em relação ao teor de compostos fenólicos totais da polpa e casca do maná-cubiu não há dados reportados para a comparação em partes comestíveis separadamente.

FIGURA 1 - Teor de compostos fenólicos totais no maná-cubiu



LEGENDA: Resultados expressos em mg EAG  $100\text{ g}^{-1}$ . O fruto em partes comestíveis corresponde a reconstituição do fruto *in natura* (88,7% polpa e 11,3% casca).

Essa maior concentração na casca pode ser atribuída ao acúmulo dos compostos fenólicos no exocarpo, como uma forma de proteção à radiação ultravioleta e em defesa do fruto a determinados patógenos e predadores (DIXON, PAIVA, 1995).

Os valores obtidos para a polpa do maná-cubiu foram aproximadamente cinco vezes superiores aos achados de outros autores. Rodrigues et al. (2013) encontraram  $15,53$  mg/EAG  $100\text{ g}^{-1}$  de compostos fenólicos totais ao analisar a polpa de maná-cubiu em matéria liofilizada em base úmida. Esses autores avaliaram o fruto proveniente do estado do Amazonas, e nossos dados indicam um potencial antioxidante superior para os frutos da região litorânea do estado do Paraná.

Essa diferença do teor de compostos fenólicos pode ser atribuída a vários fatores, como a sazonalidade, temperatura, disponibilidade hídrica, radiação

ultravioleta, concentração de nutrientes, poluição atmosférica, danos mecânicos e ataque de patógenos. Assim como as condições agronômicas e ambientais, que podem afetar a concentração dos compostos fenólicos (GOBBO-NETO; LOPES 2007; LLORACH et al., 2008).

Quando confrontados comparado com o maçã e outros frutos tradicionalmente consumidos os valores de fenólicos totais da polpa do maná-cubiu encontrados neste estudos, foram reportados teores maiores para a maçã (*Malus domestica*) (321-474 mg de EAG. 100g<sup>-1</sup>), pera (*Pyrus*) (271-408 mg de EAG. 100g<sup>-1</sup>) e kiwi (*Actinidia deliciosa*) (274 mg de EAG. 100g<sup>-1</sup>) (IMEH; KHOKHAR, 2002). Entretanto, o consumo do maná-cubiu em uma salada com mais de uma unidade de consumo pode atingir quantidades consideráveis de fenólicos.

O teor de fenólicos totais na casca do maná-cubiu correspondeu 197,37±2,77 mg de EAG. 100g<sup>-1</sup>, destacando-se da goiaba (*Psidium guajava*) (83 à 179 mg de EAG. 100g<sup>-1</sup>) (LIM; LIM; TEE 2007, VIEIRA et al., 2011, KUSKOSKI et al., 2006, HAIDA et al., 2015), da uva (*Vitis* sp.) e do açaí (*Euterpe oleracea*) (117,1 a 136,8 mg de EAG. 100g<sup>-1</sup>) (KUSKOSKI et al., 2008). Em evidência a uva e sua produção em vinhos e sucos de uva vêm sendo citada como referência em compostos fenólicos majoritários, assim, devido ao teor semelhante ao encontrado na casca do maná-cubiu, podemos atribuí-lo como importante fonte de fenólicos (BARNABA et al., 2016; RIGOTTI et al., 2016).

O maná-cubiu é popularmente consumido em preparo de sucos (AUGUSTO, 2002). Um ponto interessante a ser ressaltado é que durante a produção de suco, apenas uma pequena fração dos compostos fenólicos presentes na casca são transferidos para o mesmo. Isso demonstra a importância do conhecimento e da quantificação desses compostos, para um melhor aproveitamento do fruto, principalmente a casca, seja em formulações de alimentos saudáveis funcionais ou outros (CECHI, 2003).

Recentemente, várias técnicas de encapsulamento de compostos bioativos têm sido empregadas, visando preservar sua estabilidade e eficácia, em razão de que durante o processamento dos alimentos perde-se uma parcela considerável destes compostos (RAWSON et al., 2011; WU et al., 2010, DELCHIER et al., 2014). Entretanto, não excluindo o incentivo do consumo do fruto *in natura*, devido a outras importantes propriedades nutricionais presentes no fruto (PAHLEN, 1997; RODRIGUES; MARIUTTI; MERCADANTE, 2013; VILLACHICA, 1996).

### 3.3.1 Capacidade antioxidante pelo sequestro do radical DPPH e Atividade antioxidante pelo potencial redutor de ferro (FRAP)

A capacidade antioxidante em equivalente Trolox (TEAC) na casca (360,49  $\mu\text{mol TEAC } 100\text{g}^{-1}$ ) foi superior a da polpa (313,54  $\mu\text{mol TEAC } 100\text{g}^{-1}$ ), entretanto, não houve diferença estatística ( $p=0,707$ ), o mesmo se aplica à capacidade antioxidante pelo método de FRAP, em que a casca não apresentou diferença estatística quando comparado com a polpa ( $p=0,063$ ).

Esses resultados corroboram com os resultados da concentração de compostos fenólicos, em que a maior concentração observada foi na casca e a atividade antioxidante pode ser atribuída a presença desses compostos.

Na TABELA 1 estão apresentados o conteúdo de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante do maná-cubiu.

TABELA 1 – CONTEÚDO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO MANÁ-CUBIU

Amostra	Fenólicos totais (mg EAG $100\text{g}^{-1}$ )	DPPH ( $\mu\text{mol TEAC } 100\text{g}^{-1}$ )	FRAP ( $\mu\text{mol TEAC } 100\text{g}^{-1}$ )
Polpa	74,17 $\pm$ 3,32 <sup>a</sup>	313,54 $\pm$ 14,13 <sup>a</sup>	105,41 $\pm$ 14,13 <sup>a</sup>
Casca	197,35 $\pm$ 2,22 <sup>a</sup>	360,49 $\pm$ 13,13 <sup>a</sup>	137,09 $\pm$ 1,13 <sup>a</sup>
Partes comestíveis <sup>1</sup>	81,77 $\pm$ 3,04	309,93 $\pm$ 25,72	108,99 $\pm$ 70,92

Legenda: \* Valores expressos em matéria liofilizada em base úmida; Resultados expressos como média  $\pm$  Desvio Padrão (DP) das amostras analisadas em triplicata. <sup>1</sup> O fruto em partes comestíveis corresponde a reconstituição do fruto *in natura* (88,7% polpa e 11,3% casca).

O resultado final do EC<sub>50</sub> expresso em g de fruta/g DPPH em base úmida, correspondeu 22,84 g/g de DPPH para polpa e 0,54 g/g de DPPH para casca. A casca representa uma menor ingestão e maior capacidade antioxidante, podendo ser aplicada em outras técnicas de consumo, sendo desidratadas, cristalizadas, ou adicionadas em farinhas e cereais.

Relacionando o extrato da polpa do maná-cubiu com outros frutos tropicais também em base úmida analisada pelos métodos DPPH, e FRAP, apresentaram

atividade antioxidante pelo  $EC_{50}$  (g/g de DPPH) na acerola (*Malpighia emarginata*) um total de  $670 \pm 64,5$ ; Puçá-preto (*Mouriri elliptica* Mart.)  $414 \pm 14,4$  e para o camu-camu (*Myrciaria dúbia*)  $478 \pm 1,2$  (RUFINO et al., 2010), logo o maná-cubiu apresentou menor  $EC_{50}$ , quando comparado a estes frutos, indicando maior capacidade antioxidante.

A determinação da capacidade antioxidante para todos os extratos (casca e polpa), apresentou a maior capacidade antioxidante pelo ensaio DPPH ( $r^2 = 0,814$ ), não havendo correlação significativa pelo método FRAP ( $r^2 = -0,143$ ).

A capacidade antioxidante em partes comestíveis pelos ensaios DPPH e FRAP foram de 309,93 e 108,99 ( $\mu\text{mol TEAC } 100\text{g}^{-1}$ ), respectivamente. As análises obtidas foram contraditórias quando confrontados com outros estudos devido aos diferentes métodos de análises, confirmando a limitação de comparar atividade antioxidante, impossibilitando comparar o maná-cubiu com frutos referência em capacidade antioxidante.

Diversos autores avaliaram a capacidade antioxidante do maná-cubiu, ambos confirmam sua baixa atividade antioxidante (PEREIRA, 2011; MASCATO et al., 2015). Entretanto, nenhum deles avaliou pela capacidade antioxidante equivalente ao trolox (DPPH) ou pelo potencial antioxidante de redução férrica (FRAP).

É importante salientar que os compostos nutricionais sofrem variações de acordo com as características morfológicas do fruto, condições ambientais de cultivo, estágio de maturação, processamento e armazenamento pós-colheita (ANZA; RIGA; GARBISU, 2006; IGLESIAS et al., 2014; OMS-OLIU et al., 2011; SÁNCHEZ-PÉREZ et al., 2010; SÁNCHEZ-PÉREZ et al., 2011).

Em relação às recomendações aos antioxidantes, as pesquisas realizadas são insuficientes, pois ainda não há recomendação para cada indivíduo ou uma padronização quanto aos valores mínimos e máximos nos alimentos e os seus possíveis efeitos tóxicos (DUARTE, 2011).

Em ênfase, o maná-cubiu apresentou capacidade antioxidante considerável pelo método de DPPH e FRAP. Sugere-se novos estudos para avaliar isoladamente os compostos bioativos presente no maná-cubiu para melhor aprimoramento da capacidade antioxidante do fruto.

#### **4 CONCLUSÃO**

O fruto analisado como um todo mostrou-se fonte de antioxidantes naturais proveniente dos compostos fenólicos, em destaque sua capacidade antioxidante na casca. Analisar o fruto em separado polpa com sementes e casca, são de grande importância para o conhecimento científico e industrial, visto que houve diferença de teores entre as análises.

## REFERÊNCIAS

- ANZA, M.; RIGA, P.; GARBISU, C. Effects of variety and growth season on the organoleptic and nutritional quality of hydroponically grown tomato. **Journal of Food Quality**, n. 29, p. 16-37, 2006.
- BENZIE, J.F.F.; STRAIN, J.J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidante power”: The FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, n. 239, p. 70-76., 1996.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel – Wissenschaft Technologie*, v. 28, n. 1, 25-30, 1995.
- BRAVO, L. Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism and nutrition significance. **Nutrition Reviews**, New York, v. 56, n.11, p. 317-333, 1998.
- CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2 ed. Campinas. SP: Editora da UNICAMP, 2003.
- CHEN, X.M.; TAIT, A.R.; KITTS, D.D. Flavonoid composition of orange peel and its association with antioxidant and anti-inflammatory activities, **Food Chemistry**, v. 218, n. 15, p. 2, 2017.
- CORBO, M.R.; BEVILACQUA, A.; PETRUCCI, L.; CASANOVA, F.P.; SINIGAGLIA, M. Functional beverages: The emerging side of functional foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, n. 13, p. 1206-1992, 2014.
- DELCHIER, N., RINGLING, C., MAINGONNAT, J.F., RYCHLIK, M., RENARD, C.M.G.C. Mechanisms of folate losses during processing: Diffusion vs. heat degradation. **Food Chemistry**, n. 157, p. 439-447, 2014.
- DIXON, R.A.; PAIVA, N.L. Stress-Induced Phenylpropanoid Metabolism. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, v. 7, n. 7, p. 1085-1097, 1995.
- DUARTE, O. Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, edited by Elhadi M. Yahia, Woodhead. **Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits**, 2011.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.
- HERNANDES, L.C.; AISSA, A.F.; ALMEIDA, M.R.; DARIN, J.D.C.; RODRIGUES, E.; BATISTA, B.L.; BARBOSA, F.; MERCADANTE, A.Z.; BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Assessment of the cytotoxic, genotoxic and antigenotoxic potential of maná-cubiu (Dunal) fruit, **Food Research International**, n. 62, p. 121-127, 2014.
- HUCHIN, M.V.M.; HUCHIN, M.M.I.; ESTRADA-LEÓN, R. J.; CUEVAS-GLORY, L.; ESTRADA-MOTA, I.A.; ORTIZ-VÁZQUEZ, E.; BETANCUR-ANCONA, D.; SAURI-

DUCH, E. Antioxidant compounds, antioxidant activity and phenolic content in peel from three tropical fruits from Yucatan, Mexico. **Food Chemistry**, 166, 1, 17-22, 2015.

IGLESIAS, M.J.; GARCÍA-LÓPEZ, J.; COLLADOS-LUJÁN, J.F.; LÓPEZ-RTIZ, F.; BOJÓRQUEZ-PEREZNIETO, H.; TORESANO, F.; CAMACHO, F. Effect of genetic and phenotypic factors on the composition of commercial mamande type tomatoes studied through HRMAS NMR spectroscopy. **Food Chemistry**, n. 142, p. 1-1, 2014.

KORIR, M.W.; WACHIRA, F.N.; WANYOKO, J.K.; NGURE, R.M.; KHALID, R. The fortification of tea with sweeteners and milk and its effect on *in vitro* antioxidant potential of tea product and glutathione levels in an animal model. **Food Chemistry**, n. 145, p. 145-153, 2014.

LLORACH, R.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A.; GIL, M.I.; FERRERES, F. Characterisation of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole. **Food Chemistry**, London, v.108, p.1028-1038, 2008.

MAIA, J.R.P.; SCHWERTZ, M.C.; SOUSA, R.F.S.; AGUIAR, J.P.L.; LIMA, E.S. Efeito hipolipemiante da suplementação dietética com a farinha do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) em ratos hipercolesterolêmicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 7, n. 1, 2015.

MARX, F.; ANDRADE, E. H. A.; MAIA, J. G. Chemical composition of the fruit of *Solanum sessiliflorum*. **European Food Research and Technology**, 206, 364-366, 1998.

MASCATO, D.L.R.H.; MONTEIRO, J.B.; PASSARINHO, M.M.; GALENO, D.M.L.; CRUZ, R.J.; ORTIZ, C.; MORALES, L.; LIMA, E.S.; CARVALHO, R.P. Evaluation of Antioxidant Capacity of *Solanum sessiliflorum* (Cubiu) Extract: An In Vitro Assay, **Journal of Nutrition and Metabolism**, 2015.

NASCIMENTO, J.C.; LAGE, L.F.O.; CAMARGOS, C.R.D.; AMARAL, J.C. COSTA, L.M., SOUSA, A.N., OLIVEIRA, F.Q. Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH e doseamento de flavonóides totais em extratos de folhas da *Bauhinia variegata* L. **Revista Brasileira de farmácia**, v. 92, n. 4, p. 327-332, 2011.

OMS-OLIU, G.; HERTOOG, M.L.A.T.M.; VAN DE POEL, B.; AMPOFO-SIAMA, J.; GEERAERD, A.H.; NICOLAÏ, B.M. Metabolic characterization of tomato fruit during preharvest development, ripening, and postharvest shelf-life. **Postharvest Biology and Technology**, 62, 7-16, 2011.

PAHLEN, A. V. Cubiu (*Solanum tojiro* (Humb&Bonpl.) uma fruteira da Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 7, n. 3, p. 301-307, 1997.

PERSIC, M.; MIKULIC-PETKOVSEK, M.; SLATNAR, A.; VEBERIC, R. Chemical composition of apple fruit, juice and pomace and the correlation between phenolic content, enzymatic activity and browning. **LWT - Food Science and Technology**, v. 82, n. 1, p 23-31, 2017.



RAWSON, A.; PATRAS, A.; TIWARI, B.K.; NOCI, F.; KOUTCHMA, T.; BRUNTON, N. Effect of thermal and non-thermal processing technologies on the bioactive content of exotic fruits and their products: Review of recent advances. **Food Research International**, n. 44, p. 1875-1887, 2011.

RUFINO, M. S. M., FERNANDES, F.A.N., ALVES, R.E., BRITO, E.S. Free radical-scavenging behaviour of some north-east Brazilian fruits in a DPPH system. **Food Chemistry**, v. 114, n. 2, p. 693- 695, 2009.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; PÉREZ-JIMPENEZ J.; SAURA, C.F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidante capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brasil. **Food Chemistry**, n. 121, p. 996-1002, 2010.

RODRIGUES E.; MARIUTTI L.; MERCADANTE A. Carotenoids and Phenolic. Compounds from *Solanum sessiliflorum*, an Unexploited Amazonian Fruit, and Their Scavenging Capacities against Reactive Oxygen and Nitrogen Species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 61, p. 3022–3029, 2013.

SANDOVAL, M.A.P. Efecto in vitro del extracto de *solanum sessiliflorum* “cocona” sobre el crecimiento de *helicobacter pylori*. **Ciencia e Investigación**, v. 13, n. 1, p. 30-33, 2010.

SÁNCHEZ-PÉREZ, E.M.; IGLESIAS, M.J.; LÓPEZ-ORTIZ, F.; SÁNCHEZ-PÉREZ, L.; MARTÍNEZ-GALERA, M. Study of the suitability of HRMAS NMR for metabolic profiling of tomatoes: Application to tissue differentiation and fruit ripening. **Food Chemistry**, n. 122, p. 877-887, 2010.

SÁNCHEZ-PÉREZ, E.M.; GARCÍA-LÓPEZ, J.; IGLESIAS, M.J.; LÓPEZ-ORTIZ, F.; TORESANO, F.; CAMACHO, F. HRMAS-nuclear magnetic resonance spectroscopy characterization of tomato “flavor varieties” from Almería (Spain). **Food Research International**, n. 44, p. 3212-3221, 2011.

SCHUELTER, A. R.; GRUNVALD, A. K.; JÚNIOR, A. T. A.; DA LUZ, C. L.; GONÇALVES, L. M.; STEFANELLO, S.; SCAPIM, C. A. In vitro regeneration of cocona (*Solanum sessiliflorum*, Solanaceae) cultivars for comercial production. **Genetics and Molecular Research**, n. 8, p. 963–975, 2009.

SEQUI, S.J.M. Androgenesis in Solanaceae. **Methods in Molecular Biology**, n. 1359, p. 209-44, 2016.

SILVA, F. D. F.; NODA, H.; YUYAMA, K.; YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; MACHADO, F. M. Cubiu (*Solanum sessiliflorum*, Dunal): A medicinal plant from Amazonia in the process of selection for cultivation in Manaus, Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, n. 5, p.65–70, 2003.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolydic-phosphotungstic acid reagentes. **American Journal of Enology and Viticulture**, 16, 3, 144-158, 1965.

VANDEBROEKA, I.; VAN DAMME, P.; VAN PUYVELDE, L.; ARRAZOLA, S.; DE KIMPED, N. A comparison of traditional healers' medicinal plant knowledge in the Bolivian Andes and Amazon. **Social Science & Medicine**, n. 59, p. 837–849, 2004.

VILLACHICA, H. Cocona (*Solanum sessiflorum* Dunal). In: VILLACHICA, H. Frutales y hortalizas promissórios del Amazonas. Lima: **Secretaria Pro-Tempore**, p. 98-102, 1996.

WU, R.; FREI, B.; KENNEDY, J.A.; ZHAO, Y. Effects of refrigerated storage and processing technologies on the bioactive compounds and antioxidant capacities of 'Marion' and 'Evergreen' blackberries. **LWT - Food Science and Technology**, n. 43, p. 1253- 1264, 2010.

YUYAMA, L.K.O., PEREIRA, Z.R.F, AGUIAR, J. P. L., SILVA FILHO, D.F, SOUZA, R. F. S., E TEIXEIRA, A. P. Estudo da influência do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) sobre a concentração sérica de glicose. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 64, n.2, p. 232-236, 2005.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante desse estudo, concluímos que o maná-cubiu apresenta quantidade considerável de fibras, baixo índice e baixa carga glicêmica além de ser hipocalórico; sugerindo a aplicação deste fruto para o consumo de indivíduos diabéticos. Além disso, apresentou resultados importantes indicando excelentes propriedades nutricionais, em destaque as proteínas, o ferro, a vitamina C, os carotenoides, os compostos fenólicos e a capacidade antioxidante.

Desta forma, o presente estudo mostrou a importância do consumo do maná-cubiu com a casca, considerando que a maior parte das propriedades nutricionais realizadas pelas análises químicas apresentou-se em maior quantidade na casca. Estes dados poderão ser transmitidos para a população e veicular as indústrias alimentícias e farmacêuticas seu uso integral.

## ANEXO 1



3425834357251855

### AUTORIZAÇÃO DE ACESSO E DE REMESSA DE AMOSTRA DE COMPONENTE DO PATRIMÔNIO GENÉTICO nº 010004/2015-7

O CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - CNPq, credenciado pelo Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN/MMA), por meio da Deliberação CGEN nº 248, de 27 de agosto de 2009, para autorizar instituições nacionais, públicas ou privadas, que exerçam atividades de pesquisa e desenvolvimento nas áreas biológicas e afins, a acessar e remeter amostras de componente do patrimônio genético para fins de pesquisa científica sem potencial de uso econômico, nesta ato representado pelo seu Diretor de Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde, nos termos da Portaria CNPq nº 104/2011, autoriza a instituição abaixo qualificada a acessar e remeter amostras de componentes do patrimônio genético.

Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR

CNPJ: 750.956.790/0001-49

Representante Legal: GRACIELA INES BOLZON DE MUNIZ

Cargo/Função: Coordenadora de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico

CPF: 674.273.759-04 RG: 1439536

Projeto: QUALIDADE NUTRICIONAL E FITOQUÍMICA DE FRUTOS DA SOCIOBIODIVERSIDADE

Coordenador do Projeto: Sila Mary Rodrigues Ferreira

CPF: 231.917.400-15 RG: 3658868 - SSP / PR

**Finalidade do projeto:** Mesmo sendo o Brasil um país rico em biodiversidade poucas espécies são estudadas pelos pesquisadores brasileiros. A valorização e a promoção do conhecimento de frutos da nossa biodiversidade é um passo importante para o reconhecimento dessa riqueza e para a Segurança Alimentar e Nutricional da população que utiliza esses frutos como fonte alimentar e de renda. Desta forma, o presente projeto tem como objetivo determinar a qualidade nutricional e fitoquímica de frutos da sociobiodiversidade. O delineamento experimental envolverá a coleta de aproximadamente 15 kg de frutos em diferentes estádios. Após a colheita os frutos serão transportados ao laboratório em caixas de embalagem de PEAD. Os frutos serão classificados nos diferentes estádios de maturação, armazenados à temperatura e submetidos à análise física, físico-química e fitoquímica. Após as análises físicas, os frutos serão dessecados e as partes separadas (casca, sementes e polpa). Posteriormente serão realizadas as análises físico-químicas, com a fruta in natura, para cada parte (casca, polpa, semente e folhas). Para as análises fitoquímicas as cascas e polpa serão congeladas e liofilizadas. Espera-se que a caracterização dos frutos contribua para o conhecimento, utilização e agregação de valor dos frutos como forma de melhorar a renda das comunidades tradicionais.

**Amostras a serem acessadas:**

**Grupos Taxonômicos:** Os frutos avaliados serão: *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A.DC, conhecido como Jacaratã ou mamão do mato; *Morus nigra* L., amora; *Pereskia aculeata* Miller, Ora-pro-nobis; *Acca sellowiana* (Berg) Burret), Goiabinha do Mato; *Eugenia pycnantha*, Uvaia; *Psidium cattleianum*, Açaí; *Solanum sessiliflorum*, Manacupú; *Syzygium malaccense*, Jambô e *Passiflora actinia* Hook ou maracujá-do-mato ou maracujá-silvestre. Previsão da coleta: início da coleta: 20 de janeiro de 2015 a Janeiro de 2019

**Tipo de material/quantidade de amostras:** 15 kg por espécie estudada

**Local de depósito de subamostra:** Museu Botânico Municipal - MBM/MBM

**Equipe do projeto:** SILA MARY RODRIGUES FERREIRA / CPF 231.917.400-15

OBDULIO GOMES MIGUEL / CPF 230.507.729-72

HELLEN ABREU / CPF 077.941.119-60

CRISTIANE FAGUNDES / CPF 044.504.099-81

IZABELLA CLÓTILDE MARINHO DE ABREU / CPF 088.063.809-47

LUZA BUZATTO SCHEMIKO / CPF 078.320.479-50

JOSIANE DE FATIMA GASPARI DIAS / CPF 719.581.189-15

DEBORA LUISE GUNHA / CPF 052.311.769-82

MÔNICA DE CALDAS ROSA DOS ANJOS / CPF 889.375.099-87

BRUNA ISADORA TRENNEPOHL / CPF 045.417.729-14

CELLEN GIACOMELLI GROTH LUIZ / CPF 022.763.819-06

**Validade da Autorização:** 15/01/2015 a 15/01/2019

A instituição acima qualificada deverá enviar ao CNPq, por meio do Coordenador do Projeto, relatório anual sobre o andamento do projeto de pesquisa, nos termos do Decreto nº. 4.946/2003. O roteiro para confecção do relatório está disponível em <http://www.cnpq.br/web/guest/relatorio-de-atividades>. Os relatórios devem ser enviados ao CNPq em meio eletrônico, para o endereço [apg@cnpq.br](mailto:apg@cnpq.br) e, preferencialmente, em formato .pdf.

Esta autorização está vinculada às informações, declarações e termos de compromisso firmados pelo coordenador do projeto e pelo representante legal, constantes do Processo nº 010004/2015-7. Atividades de acesso aos conhecimentos tradicionais associados, de acesso e de remessa de componente do patrimônio genético com finalidade comercial, aplicação industrial, bioprospecção ou desenvolvimento tecnológico não estão autorizadas.

Caso seja identificado uso econômico de produto ou processo, passível ou não de proteção intelectual, originado das amostras de componente do patrimônio genético acessado no âmbito desta autorização, a instituição beneficiada se compromete a adotar as providências cabíveis, nos termos da legislação vigente, junto ao CGEN/MMA.

Se ocorrer coleta de espécie não autorizada ou não identificada, deverá ser observado o que consta no Decreto nº 6.514, de 22/07/2008, no que refere à flora e fauna, e em particular sobre espécies ameaçadas de extinção ou de endemismo estrito.

A remessa de amostra de componente do patrimônio genético deverá ser precedida da assinatura do Termo de Transferência de Material (TTM) ou do Termo de Responsabilidade para Transporte de Amostra de Componente do Patrimônio Genético (TRTM). A remessa para instituições nacionais está isenta de autorização prévia. Contudo, a remessa para instituições sediadas no exterior depende de autorização prévia do CNPq, nos termos das resoluções do CGEN 15/2004 e 20/2006. Os modelos dos termos, assim como as citadas resoluções, estão disponíveis em <http://www.cnpq.br/web/guest/remessa-e-transporte> e devem ser enviados ao CNPq em meio eletrônico para o endereço [apg@cnpq.br](mailto:apg@cnpq.br), preferencialmente em formato .pdf. Ainda, para a remessa de componente do patrimônio genético para instituição sediada no exterior, deverá ser solicitada ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, por meio de formulário específico e mediante a apresentação de TTM ou TRTM, licença de exportação complementar a autorização de remessa, especialmente quando se tratar de remessa de espécies constantes nos Anexos da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (Cites).

Brasília, 07 de Janeiro de 2015

Marcelo Marcos Morales

Diretor de Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde

*Para visualizar a versão digital da Autorização de Acesso e de Remessa de Amostra de Componente do Patrimônio Genético, V.Sa. poderá utilizar a ferramenta disponibilizada pelo CNPq para esse fim na página <http://servicosweb.cnpq.br/visualizador/> e informar o número do protocolo 3425834357251855 para recuperá-la do banco de dados do CNPq, ou poderá selecionar o arquivo salvo em seu computador (em formato PKCS7). V.Sa. pode também usar outro aplicativo disponível no mercado capaz de reconhecer arquivos no padrão PKCS7 para fazer a visualização e extração do documento.*

## ANEXO 2



Prefeitura Municipal de Curitiba  
Secretaria Municipal do Meio Ambiente  
Departamento de Produção Vegetal  
Divisão do Museu Botânico Municipal  
**Herbário MBM**

## DECLARAÇÃO

Declaro para os fins que se fizerem necessários que se encontra tombada no herbário do Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM), uma exsicata de planta pertencente à família Solanaceae, cujo nome científico é *Solanum sessiliflorum* Dunal, coletada na localidade Estrada do Rio Pequeno, Município de Antonina, Estado do Paraná, Brasil, coordenadas 25°16'31"S e 48°41'55"W, por Paulo Marceniuk, em 30/01/2016, depositada por Aiane Benevide Sereno, atendendo ao Projeto CNPq nº 010004/2015-7. A referida exsicata foi identificada por Aiane Benevide Sereno, e encontra-se depositada no Herbário MBM sob o nº de registro **379033**, estando à disposição e podendo ser consultada para todas e quaisquer eventualidades.

Curitiba, 04 de julho de 2016

José Tadeu Weidlich Motta  
Curador do Herbário MBM  
Matr. 35721

## RERERÊNCIAS GERAIS

- ADA. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes. **Diabetes Care**, n. 36, p. 1, 2013.
- AGUDELO, C.; MORAGA, G.; NAVARRETE; N.M. Implication of Water Activity on the Bioactive Compounds and Physical Properties of Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) Chips. **Food Bioprocess Technology**, v. 9, p.161–171, 2016.
- AGUILAR F, AUTRUP H, BARLOW S, CASTLE L, CREBELL R, DEKANT W, ENGEL, N. GONTARD, D.G., S.; GRILLI, R.; GÜRTLER, J.; LARSEN, C.C.; LECLERCQ, J.C.; LEBLANC, F.; MALCATA, W.X.; MENNES, M.; MILANA, I., R.; PRATT, I.; RIETJENS, P.; TOBBACK, F.; TOLDRA. Safety of aluminium from dietary intake[1]-scientific opinion of the panel on food additives, flavourings, processing aids and food contact materials (AFC). **European Food Safety Authority**, n. 754, p. 1–34, 2008.
- ALLEN, L.; DE BENOIST, B.; DARY O.; HURRELL R., Editora Geneva: WHO and FAO; WHO. **Guidelines on food fortification with micronutrients**, p. 236, 2006.
- ALMINGER, M.; EKLUND-JONSSON, C. Whole-grain cereal products based on a high-fi bre barley or oat genotype lower post-prandial glucose and insulin responses in healthy humans. **European Journal of Nutrition**, v.47, p.294-300, 2008.
- AMAYA, R.D.B. A guide to carotenoid analysis in foods. Washington DC: **ILSI Press**, 2001.
- AMAYA, D.R.; KIMURA, M.; FARFAN, J.A. Fontes brasileiras de carotenoides. Tabela Brasileira de Composição de Carotenoides em Alimentos. Lidio Coradin e Vivian Beck Pombo, Organizadores. – Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 100, 2008.
- ANDRIGUETO, J.R.; NASSER, L.C.B.; TEIXEIRA, J.M.A. Produção integrada de frutas: conceito, histórico e a evolução para o sistema agropecuário de produção integrada - SAPI. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 20 março de 2017.
- ANGELO, P.M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão **Revista do Instituto Adolfo Lutz** (Impr.), São Paulo, v. 66 n. 1, 2007.
- ASSIS, J.S. de. Fisiologia pos-colheita de hortaliças. Congresso Brasileiro de Olericultura, 38., 1998, Pelotina, PE. Anais. Pelotina: **EMBRAPA Semi-árido/SB**, 1999.
- ANZA, M.; RIGA, P.; GARBISU, C. Effects of variety and growth season on the organoleptic and nutritional quality of hydroponically grown tomato. **Journal of Food Quality**, n. 29, p. 16-37, 2006.
- AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, 18 ed., 2005a.
- AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. EUA, 2005b.
- ARIAS, R.; LEE, T.C.; LOGENDRA, L.; JANES, H. Correlation of lycopene measured by HPLC with the L\*, a\*, b\* color reading of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 48, p. 1697–1702, 2000.
- ASSUNÇÃO, J.H.; MALAVOLTA, E.A.; GRACITELLI, M.E.C.; FILIPPI, R.Z.; FERREIRA, A.A.N. Multifocal osteonecrosis secondary to occupational exposure to aluminum. **Acta Ortopédica Brasileira**, 2017.
- ASTORG, P. Food carotenoids and cancer prevention: An overview of current research. Trends in **Food Science & Technology**, v. 8, n. 12, p. 406-413, 1997.
- ATWATER, W. O.; BRYANT, A. P. Annual Report (1899) of the Storrs, CT Agricultural Experimental Station. 12. ed. University of Connecticut, Storrs: CT, p. 73-110, 1990.
- AUGUSTIN, L. S. A.; KENDALL, C.W.; JENKINS, D.J.; WILLETT, W.C.; ASTRUP, A.; BARCLAY, A.W.; BJÖRCK, I.; BRAND-MILLER, J.C.; BRIGHENTI, F.; BUYKEN, A.E.; CERIELLO, A.; LA VECCHIA, C.; LIVESY, G.; LIU, S.; RICCARDI, G.; RIZKALLA, S.W.; SIEVENPIPER, J.L.; TRICHOPOULOU, A.; WOLEVER, T.M.; BAER-SINNOTT, S.; POLI. A. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, 2015.
- AUGUSTO, E. Maná-cubiu: a fruta dos deuses. Guia Rural & Negócios, 2002. Disponível em: <http://www.bioflorestal.com.br/mana\_novo.htm>. Acesso em: 20 de março de 2017.
- AZOBEL, L.M.O.; GARCIA, R.W.F.; NAVES, M.M.V. Tabela de composição de alimentos. In: Dutra-De-Oliveira, J.E.; Marchini, J.S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, p. 363-376, 1998.
- BAHADO-SINGH, P.S.; RILEY, C.K.; WHEATLEY, A.O.; LOWE, H.I.C. Relationship between processing method and the glycemic indices of ten Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) cultivars commonly consumed in Jamaica. **Journal of Nutrition and Metabolism**, p. 2, 2011.
- BAIXAULI, R.; SANZ, T.; SALVADOR, A.; FISZMAN, S.M. Muffins with resistant starch: Baking performance in relation to the rheological properties of the batter. **Journal of Cereal Science**, v. 47, p. 502-509.
- BARBOSA, K.B.F. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, 2010.
- BARGHAMDI, B. Therapeutic effects of *Citrullus scolocyn* this fruit in patients with type II diabetes: A clinical trial study. **Journal of Pharmacy And Bioallied Sciences**, v. 8, n. 2, p. 130–134, 2016.
- BENOIST, B.; MCLEAN, E.; EGLI, I.; COGSWELL, M. Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005: WHO Global Database on Anaemia. Geneva: WHO, 2008.
- BENZIE, J.F.F.; STRAIN, J.J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, n. 239, p. 70-76., 1996.
- BHUPATHIRAJU, S.N.; TOBIAS, D.K.; MALIK, V.S.; PAN, A.; HRUBY, A.; MANSON, J.; WILLETT, W.C.; HU, F.B. Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes: results from 3 large US cohorts and an updated meta-analysis. **American Journal of Clinical Nutrition**, 2014.
- BIASSIO, A. Agrobiodiversidade em escala familiar nos municípios de antonina e morretes (pr): base para sustentabilidade socioeconômica e ambiental. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, 2011.

- BOLDRINI, E.B.; LACERDA, L.; CASSILHA, M.F. Floresta água e clima. Boas práticas nos biomas brasileiros. 1.<sup>a</sup> ed., Antonina: **ADEMADAN**, 2015.
- BRAND-MILLER, J. C.; FOSTER-POWELL, K; ATKINSON, F. The low GI shopper's guide to GI values 2014: the authoritative source of glycemic index values for more than 1.200 foods. Philadelphia: Da Capo Press, 2014.
- BRAND, M.J.C.; HOLT, S.H.; PAWLAK, D.B.; MCMILLAN, J. Glycemic index and obesity. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, n. 1, p. 2, 2002.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel – Wissenschaft Technologie**, v. 28, n. 1, 25-30, 1995.
- BRANDLEE, M.L., MUSTAFA, J., SINGER, M.R., MOORE, L.L. High-Protein Foods and Physical Activity Protect Against Age-Related Muscle Loss and Functional Decline. **Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, 2017.
- BRATAKOS, S.M.; LAZOU, A.E.; BRATAKOS, M.S.; LAZOS, E.S. Aluminium in food and daily dietary intake estimate in Greece. **Food Additives & Contaminants**, n. 5, p. 33–44, 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de hortaliças não-convencionais. Brasília: Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo - Mapa/ACS, p. 92, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Alimentos regionais brasileiros / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed. – Brasília : Ministério da Saúde, p.484, 2015.
- BRASIL. Ministério do meio ambiente. Mata Atlântica. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>. Acesso em 22 de julho de 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Alimentos regionais brasileiros, Secretaria de Políticas de Saúde, Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. – 1. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2002.
- BRASIL. MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/perguntasfrequentes?catid=17>>. Acesso em: 09 maio 2017.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil.Lei n.º 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional – SISAN com vistas a assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2006.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de atenção à saúde. Departamento de atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira / ministério da saúde, secretaria de atenção à saúde, departamento de atenção Básica. – 2. ed. – Brasília : ministério da saúde, p. 156, 2014.
- BRASIL. FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO E EDUCAÇÃO. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/alimentacao-escolar/agricultura-familiar>>. Acesso em: 09 maio 2017.
- BRASIL. Ministério da saúde. Guia alimentar da população brasileira. Brasília. 2. ed, 2014.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – CNNPA, n. 12, de 1978.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria SVS/MS nº 27 de 13 de janeiro de 1998. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 02 de julho de 2017.
- BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutrition significance. **Nutrition Reviews**, New York, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.
- CAMPOS, S.C.; SILVA, C.G.; CAMPANA, P.R.V.; ALMEIDA, V.L. Toxicidade de espécies vegetais. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.18, n.1,p.373-382, 2016.
- CAMPOS, H. Roça social industrial investimento com foco na economia social. Mana cubiu. Potencialização da agricultura familiar. SDT/MDA. Município, Planaltina de Goiás - GO, 2005.
- CARABIN, I.G., FLAMM, W.G. Evaluation of safety of inulin and oligofructose as dietary fiber. *regul toxicol.* **Pharmacol**, v.30, p.268-282. 1999.
- CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2 ed. Campinas. SP: Editora da UNICAMP, 2003.
- CHANDRASEKARA, A.; SHAHIDI, F. Content of insoluble bound phenolics in millets and their contribution to antioxidant capacity. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, n. 58 , p. 6706–6714, 2010.
- CHEN, X.M.; TAIT, A.R.; KITTS, D.D. Flavonoid composition of orange peel and its association with antioxidant and anti-inflammatory activities, **Food Chemistry**, v. 218, n. 15, p. 2, 2017.
- CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Edição 1, Federal University of Lavras, Lavras, 1990.
- CLINTON, S.K. Lycopene: Chemistry, biology, and implications for human health and disease. **Nutrition Reviews**, v., 56, n. 2, p. 31-5, 1998.
- COCK, L.A. MUÑOZ, D.P. V., RENGIFO, G.C.A. Chemical characterization of the pulp, peel and seeds of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Brazilian Journal of food Technology**. Campinas, v. 18, n. 3, p. 192-198, 2015.
- CORBO, M.R.; BEVILACQUA, A.; PETRUCCI, L.; CASANOVA, F.P.; SINIGAGLIA, M. Functional beverages: The emerging side of functional foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, n. 13, p. 1206-1992, 2014.
- CÓRDOVA, K.R.V.; GAMA, T.M.M.T.B.; WINTER, C.M.G.; NETO, G.K.; FREITAS, R.J.S. Características físico-químicas da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa Degener) obtidas por secagem. *Boletim CEPPIA*, Curitiba, v. 23, n. 2, 2005.
- CORREIA, L.F.M.; FARAONI, A.S.; SANT'ANA, H.M.P. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 83-95, 2008.



COSTA, C.A.; CASALI, V.W.D.; RUIZ, H.A.; JORDÃO, C.P.; CECON, P.R. Teor de metais pesados e produção de alface adubada com composto de lixo urbano. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 01, p. 10-16, 2001.

COUTO, M.A.L.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 15-1, 2010.

CROFT, K.D. The chemistry and biological effects of flavonoids and phenolic acids. **Annals of the New York Academy of Science**, New York, n. 854, p.435-442, 1998.

DANONE VITAPOLE/FAO. Glycaemic index and health: the quality of the evidence. Bandol: **John Libbey Eurotext**, 2001.

DAS, S.K.; GILHOOLY, C.H.; GOLDEN, J.K.; PITTAS, AG.; FUSS, P.J.; CHEATHAM, R.A.; TYLER, S.; TSAY, M.; MCCRORY, M.A.; LICHTENSTEIN, A.H.; DALLAL, G.E.; DUTTA, C.; BHAPKAR, M.V.; DELANY, J.P.; SALTZMAN, E.; ROBERTS, S.B. Long-term effects of 2 energy restricted diets differing in glycemic load on dietary adherence, body composition, and metabolism in CALERIE: a 1-y randomized controlled trial. **Am J Clin Nutr.**, v. 85, n. 4, p. 1023-30, 2007.

DEEPA, G., SINGH, V., NAIDU, K.A. A comparative study on starch digestibility, glycemic index and resistant starch of pigmented ('Njavara' and 'Jyothi') and a non-pigmented ('IR 64') rice varieties. **Journal of Food Science and Technology**. n. 47, p. 644–649, 2010.

DELCHIER, N., RINGLING, C., MAINGONNAT, J.F., RYCHLIK, M., RENARD, C.M.G.C. Mechanisms of folate losses during processing: Diffusion vs. heat degradation. **Food Chemistry**, n. 157, p. 439-447, 2014.

DHILLON, G. S., BRAR, S.K., VERMA, M., TYAGI, R.D. Utilization of different agro-industrial wastes for sustainable bioproduction of citric acid by *Aspergillus niger*. **Biochemical Engineering Journal**, n. 54, p. 83–92, 2011.

DGAC. Dietary Guidelines Advisory Committee; Scientific Report of the 2015. Disponível em: <<http://www.health.gov/dietaryguidelines/2015-scientific-report/>>. Acesso em: 04 de julho de 2017.

DIXON, R.A.; PAIVA, N.L. Stress-Induced Phenylpropanoid Metabolism. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, v. 7, n. 7, p. 1085-1097, 1995.

DUARTE, O. Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, edited by Elhadi M. Yahia, Woodhead. **Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits**, 2011.

EERLINGEN, R.C.; DELCOUR, J.A. Formation, analysis, structure and properties of type III enzyme resistant starch. **Journal of Cereal Science**, v.22, p.129-138, 1995.

EL-ABHAR, H.S.; SCHAALAN, M.F. Phytotherapy in diabetes: Review on potential mechanistic perspectives. **World J Diabetes**, v. 5, n. 2, p. 176-97, 2014.

EPA. United States Environmental Protection Agency. Selenium compounds. Technology Transfer Network Air Toxics Web Site. US EPA. Hazard Summary, 2016. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ttnatw01/hlthef/selenium.html>>. Acesso em: 22 de março de 2017.

ESTADES, N.P. O Litoral do Paraná: Entre a riqueza natural e a pobreza social. Desenvolvimento e Meio Ambiente, **Editora UFPR**, n. 8, p. 25-41, 2003.

FAISANT, N.; CHAMP, M.; COLONNA, P. et al. Structural discrepancies in resistant starch obtained in vivo in humans and in vitro. **Carbohydrate Polymers**, v.21, n.1, p.205-209, 1993.

FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade. Disponível em: <<http://www.fao.org.br/daccatb.asp>>. Acesso em: 15 de março de 2017.

FAO/WHO. World Health Organization. Carbohydrates in human nutrition. Report of a Join FAO/WHO Expert Consultation, p. 66. Rome: **WHO**, 1998.

FARDET, A.; ROCK, E. The Healthy Core Metabolism: A New Paradigm for Primary Preventive Nutrition. **Journal of Nutrition Health and Aging**, v. 20, n. 3, p. 239-47, 2016.

FERGUSON, L.R.; HARRIS, P.J. Protection against cancer by wheat bran: role of dietary fibre and phytochemicals. **European Journal of Cancer Prevention**, Oxford, v.8, n.1, p.17-25, 1999.

FERRÃO, T.S.; FERREIRA, D.F.; FLORES, D.W.; BERNARDI, G.; LINK, D.; BARIN, J.S.; WAGNER, R. Evaluation of composition and quality parameters of jelly palm (*Butia odorata*) fruits from different regions of Southern Brazil. **Food Research International**, v. 54, n. 1, p. 57-62, 2013.

FERREIRA, S.M.R. Controle da qualidade em sistemas de alimentação coletiva I, 1 ed., São Paulo: Livraria Varela, 2002.

FERNANDES, D.M.M.; KARNOPP, E. A agricultura familiar e a cadeia produtiva de alimentos orgânicos: conquistas. **Revista de desenvolvimento econômico**, Ano XVI, n. 29, 2014.

FILHO, D. F. S.; ANDRADE, J. S.; CLEMENT, C. R., MACHADO, F. M.; NODA, H. "Correlações fenotípicas, genéticas e ambientais entre descritores morfológicos e químicos em frutos de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) da amazônia," **Acta Amazônica**, v. 29, n. 4, p. 503–511, 1999.

FILHO, D.F.S.; YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; OLIVEIRA, M.C.; MARTINS, L.H.P. Characterization and evaluation of the agronomic and nutritional potential of ethnovarieties of cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) in Amazonia, **Acta amazonica**, v. 35, n. 4, p. 399,406, 2005.

FILHO, C.C.D.; HONÓRIO, S.L.; GIL, J.M. Post harvest quality of cherry cv. Ambrunés using edible coatings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, 2006.

FILHO, D.F.S. COCONA (*Solanum sessiliflorum* Dunal): Cultivo y utilizacion, **Tratado de Cooperacion Amazonica** secretaria a pro-tempore, Venezuela, 1998.

FIORUCCI, A. R. A Importância da Vitamina C na Sociedade Através dos Tempos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.17, 2003.

FMSA. Fórum Mundial de Soberania Alimentar. Relatório Final. **FMSA**: Havana, 2001.

- FOSTER, P.K.; HOLT, S.H.; BRAND, M.J.C. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. **American Journal of Clinical Nutrition**, 76, 1, 5-56, 2002.
- FREI, M., SIDDHURAJU, P., BECKER, K. Studies on the in vitro starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Philippines. **Food Chemistry**, n. 83, p.395-402, 2003.
- FRIEDMAN H. Economia Mundial de Alimentos Sustentável. In: Belik W, Maluf RS (orgs.). Abastecimento e segurança alimentar - Os limites da liberalização. Campinas: **IE/UNICAMP**, p. 1-21, 2000.
- FUENTES-ZARAGOZA, E., RIQUELME-NAVARRETE, M.J., SÁNCHEZ-ZAPATA, E. PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A. Resistant starch as functional ingredient: A review. **Food Research International**. v.43, n.4, p.931-942, 2010.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Relatório técnico. Observando os Rios, O retrato da qualidade da água nas bacias da Mata Atlântica, 2017.
- FURLANETO, K.A.; RAMOS, J.A.; DAÚTO, D.R.; VIEITES, R.L.; CARVALHO, L.R. Elaboração e aceitabilidade da geleia convencional e light de maná cubiu. **Revista Nativa**, Sinop, v. 03, n. 04, p. 276-280, 2015.
- GIACCO, R.; PARILLO, M.; RIVELLESE, A.A.; LASORELLA, G.; GIACCO, A.; D'EPISCOPO, L.; RICCARDI, G. Long-term dietary treatment with increased amounts of fiber-rich low-glycemic index natural foods improves blood glucose control and reduces the number of hypoglycemic events in type 1 diabetic patients. **Diabetes Care**, v. 23, n. 10, p. 1461-6, 2000.
- GIBBERD, J. Building systems to support sustainable development in developing countries. **CSIR**, Division of Building and Construction Technology Pretoria, 2003.
- GILSON, G.J. Produtos & Ingredientes.Os encantos do maná-cubiu, Bom Gourmet. Gazeta do povo. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/bomgourmet/os-encantos-mana-cubiu/>>. Acesso em: 09 maio 2017.
- GIL-CHÁVEZ.; VILLA, J.A.; AYALA-ZAVALA, J.F.; HEREDIA, J.B.; SEPULVEDA, D.; YAHIA, E.M.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A. Technologies for Extraction and Production of Bioactive Compounds to be Used as Nutraceuticals and Food Ingredients: An Overview. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 12, n. 1, p. 5-23, 2013.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.
- GONDIM, J.A.M.; MOURA, M.F.V.; DANTAS, A.S.; MEDEIROS, R.L.S.; SANOTS, K.M. Composição centesimal e de minerais EM cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25 n. 4, p. 825-827, 2005.
- GOÑI, I.; GARCIA-ALONSO, A.; SAURA-CALIXTO, F. A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. **Nutrition Research**, n. 17, p. 427-437, 1997.
- GOÑI, I.; GARCÍA-DIZ, L.; MAÑAS, E.; SAURA-CALIXTO, F. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. **Food Chemistry**, v.56, v.4, p.445-449, 1996.
- GUIETIERRE, A.P.M.; ALFENAS, R.C.G. Efeitos do índice glicêmico no balanço energético. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**. v. 51, n.3, 2007.
- HERNADES, L.C. et al., In vivo assessment of the cytotoxic, genotoxic and antigenotoxic potential of maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) fruit. **Food Research International**, v. 62, n. 121-127, 2014.
- HAZZEL, B.T.; JOHNSON, I.T. In vitro estimation of iron availability from a range of plant foods: influence of phytate, ascorbate and citrate. **British Journal of Nutrition**, n. 51, p. 223-233, 1987.
- HUCHIN, M.V.M.; HUCHIN, M.M.I.; ESTRADA-LEÓN, R. J.; CUEVAS-GLORY, L.; ESTRADA-MOTA, I.A.; ORTIZ-VÁZQUEZ, E.; BETANCUR-ANCONA, D.; SAURI-DUCH, E. Antioxidant compounds, antioxidant activity and phenolic content in peel from three tropical fruits from Yucatan, Mexico. **Food Chemistry**, 166, 1, 17-22, 2015.
- HUNTERLAB. User's manual with universal software versions 3.5. Reston: **HunterLab**, 1998.
- IAL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. 1 ed., 2005.
- IBGE. Censo demográfico, 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/default\\_sinopse.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/default_sinopse.shtm)>. Acesso em: 09 maio 2017.
- IGLESIAS, M.J.; GARCÍA-LÓPEZ, J.; COLLADOS-LUJÁN, J.F.; LÓPEZ-RTIZ, F.; BOJÓRQUEZ-PEREZNIETO, H.; TORESANO, F.; CAMACHO, F. Effect of genetic and phenotypic factors on the composition of commercial mamande type tomatoes studied through HRMAS NMR spectroscopy. **Food Chemistry**, n. 142, p. 1-1, 2014.
- IOM. Institute of Medicine Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington (DC): **National Academy Press**, 2002.
- IOM. Institute of Medicine, Food Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Fatty acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: **The National Academies Press**, 2005.
- IOM. Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). **The National Academies Press**, 2002.
- IPE. Instituto de Pesquisas Ecológicas. Disponível em: < <http://www.ipe.org.br/projetos-baixo-rio-negro/projeto-sociobiodiversidade>>. Acesso em: 09 maio 2017.
- JECFA: Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 2011. Disponível em: <<http://www.who.int/foodsafety/chem/jecfa/about/en/index.html>>. Acesso em: 17 de julho de 2017.
- JENKINS, D. J.; WOLEVER, T.M.; TAYLOR, R.H.; BARKER, H.; FIELDEN, H.; BALDWIN, J.M.; BOWLING, A.C.; NEWMAN, H.C.; JENKINS, A.L.; GOFF, D.V. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. **American Journal of Clinical Nutrition**, n. 34, p. 3, 1981.

- JENKINS AL. The glycemic index: Looking back 25 years. **Cereal Foods World**, n. 52, p. 50-53, 2007.
- JUNG, E.Y.; SUH, H.J.; HONG, W.S.; KIM, D.G.; HONG, Y.H.; HONG, I.S.; CHANG, U.J. Uncooked rice of relatively low gelatinization degree resulted in lower metabolic glucose and insulin responses compared with cooked rice in female college students. **Nutrition Research**, v.29, p. 457-461, 2009.
- JUNIOR, M.G.B.; CONTINI, E.; NAVARRO, Z. Caracterização da Amazônia Legal e marotendências do ambiente externo. Brasília, DF: **Embrapa Estudos e Capacitação**, p. 50, 2011.
- KAN, T.; MUTTALIP, G.; SEZAI, E.; FERHAD, M.; FERIT, C.; MUSTAFA, K.G.; OSSAMA, K.; MUHAMMAD, Z.U. Phenolic compounds and vitamins in wild and cultivated apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruits grown in irrigated and dry farming conditions. **Biological Research**, v. 47, n. 1, p. 46, 2014.
- KASSEBAUM, R.; JASRASARIA, R.; NAGHAVI, M.; WULF, S.K.; JOHNS, N.; LOZANO, R.; REGAN, M.; WEATHERALL, D.; CHOU, D.P.; EISELE, T.P.; FLAXMAN, S.R.; PULLAN, R.L.; BROOKER, S.J.; MURRAY, C.J. A systematic analysis of global anemia burden from 1990 to 2010. **Blood**, n. 123, p. 615-624, 2014.
- KERRY, N.L.; ABBEY, M. Red wine and fractionated phenolic compounds prepared from red wine inhibit low density lipoprotein oxidation in vitro. **Atherosclerosis**, Limerick, v.135, n.1, p.93-102, 1997.
- LEFF, E. Agroecologia e saber ambiental. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.1, 2002.
- KINUPP, V. Plantas alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS. Tese de doutorado, Programa Pós-graduação em fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.562, 2007.
- KORIR, M.W.; WACHIRA, F.N.; WANYOKO, J.K.; NGURE, R.M.; KHALID, R. The fortification of tea with sweeteners and milk and its effect on *in vitro* antioxidant potential of tea product and glutathione levels in an animal model. **Food Chemistry**, n. 145, p. 145-153, 2014.
- LAMBEAU, K.V.; MCRORIE, J.W.J. Fiber supplements and clinically proven health benefits: How to recognize and recommend an effective fiber therapy. **Journal of the American Association of Nurse Practitioners**, v. 29, n. 4, p. 216-223, 2017.
- LI, C.Q.; LIAU, X.B.; LI, X.H.; GUO, J.W.; QU, Z.L.; LI, L.M. Effect and Mechanism of Litchi Semen Effective Constituents on Insulin Resistance in Rats with Type 2 Diabetes Mellit. **Zhong Yao Cai**, v. 38, n. 7, p. 1466-71, 2015.
- LLORACH, R.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A.; GIL, M.I.; FERRERES, F. Characterisation of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole. **Food Chemistry**, London, v.108, p.1028-1038, 2008.
- LOBO, A.R.; SILVA, G.M.L. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Revista de Nutrição**, v. 16 n. 2, 2003.
- LORENTE, J.; VEGARA, S.; MARTI, N.; LBARZ, A.; COLL, L.; HERNANDEZ, J.; VALERO, M.; SAURA, D. Chemical guide parameters for Spanish lemon (*Citrus limon*(L.) Burm.) juices. **Food Chemistry**, 162, 1, 186-191, 2014.
- LOUARME, L.; BILLAUD, C. Evaluation of ascorbic acid and sugar degradation products during fruit dessert processing under conventional or ohmic heating treatment LWT – **Food Science and Technology**, 49, p. 184-187, 2012.
- LUNN, J.; BUTRIS, J.L. Carbohydrates and dietary fiber. **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**, v. 32, p. 21-64, 2007.
- MACRAE, R. Food Science and Technology – A series of monographs: HPLC in food analysis. **Editora Academic Press**, 2. ed., p. 77, 1998.
- MAIA, J.R.P. Efeito hipolipemiante da suplementação dietética com a farinha do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) em ratos hipercolesterolêmicos, **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.17, n.1, p.112-119, 2015.
- MARTÍNEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M.J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.50, n.1, p.5-18, 2000.
- MARX, F.; ANDRADE E.H.A.; MAIA, J.G. Chemical composition of the fruit of *Solanum sessiliflorum*. **Zeitschrift für Lebensmittel - Untersuchung und - Forschung A**, n. 206, p. 364-66, 1998.
- MASCATO, D.L.R.H.; MONTEIRO, J.B.; PASSARINHO, M.M.; GALENO, D.M.L.; CRUZ, R.J.; ORTIZ, C.; MORALES, L.; LIMA, E.S.; CARVALHO, R.P. Evaluation of Antioxidant Capacity of *Solanum sessiliflorum* (Cubiu) Extract: An In Vitro Assay, **Journal of Nutrition and Metabolism**, 2015.
- MC-LELLAN, K. C. P., SREBERNICH, S.M., MEIRELES, F., POSTALI, C.C., MERHI, V.A.L. Determinação do índice glicêmico e da carga glicêmica de dietas hospitalares para indivíduos com diabetes. **Caderno de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, 2010.
- MELINO, V.J.; FORD, C.M.; SOOLE, K.L.: A method for determination of fruit-derived ascorbic, tartaric, oxalic and malic acids, and its application to the study of ascorbic acid catabolism in grapevines. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 15, n. 3, p. 293-302, 2009.
- MORGAN, K.; SONNINO, R. The School Food Revolution: Public Food and the Challenge of Sustainable Development. **Medicine & Health Science Books**, 2010.
- MESA AO VIVO PARANÁ. Um reality Show em gastronomia, setembro 2015 Disponível em: <<http://www.mesaaovivoparana.com.br>>. Acesso em: 09 maio 2017.
- NASCIMENTO, J.C.; LAGE, L.F.O.; CAMARGOS, C.R.D.; AMARAL, J.C. COSTA, L.M., SOUSA, A.N., OLIVEIRA, F.Q. Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH e doseamento de flavonóides totais em extratos de folhas da *Bauhinia variegata* L. **Revista Brasileira de farmácia**, v. 92, n. 4, p. 327-332, 2011.
- NUGENT, A.P. Health properties of resistant starch. **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**, v.30, p. 27-54, 2005.
- OBOH, G.; ADEMOSUN, A.O.; AKINLEYE, K.; OMOJOKUN, O.S.; BOLIGON, A.A.; ATHAYDE, M.L. Starch composition, glycemic indices, phenolic constituents, and antioxidative and antidiabetic properties of some common tropical fruits. **Journal of Ethnic Foods**, n. 2, p. 64-73, 2015.
- OLIVEIRA, H. P. Elaboração de nectar de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) e avaliação das características físico-químicas e sensoriais durante o armazenamento. 1999. 68 f. Tese (Doutorado)-Universidade do Amazonas, Manaus, 1999.

- OMS-OLIU, G.; HERTOOG, M.L.A.T.M.; VAN DE POEL, B.; AMPOFO-SIAMA, J.; GEERAERD, A.H.; NICOLAÏ, B.M. Metabolic characterization of tomato fruit during preharvest development, ripening, and postharvest shelf-life. **Postharvest Biology and Technology**, 62, 7-16, 2011.
- OPPERMAN, A.M.; VENTER, C.S.; OOSTHUIZEN, W.; THOMPSON, R.L.; VORSTER, H.H. Meta-analysis of the health effects of using the glycaemic index in meal-planning. **British Journal of Nutrition**, v. 92, n. 3, p. 367-81, 2014.
- PAHLEN, A. V. Cubiu (*Solanum topiro* (Humb & Bonpl.) uma fruteira da Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 7, n. 3, p. 301-307, 1977.
- PASSOS, T.U.; SAMPAIO, H.A.C.; SABRY, M.O.D.; MELO, .L.P.; COELHO, M.A.M.; LIMA, J.W.O. Glycemic index and glycemic load of tropical fruits and the potential risk for chronic diseases. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 1, 2015.
- PAULA, T.P.; PERES, W.A.F.; CARMO, M.G.T. Carotenoids in treatment and prevention of cancer. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 19, n. 2, p. 100-8, 2004.
- PAULO, M.G.; MARQUES, H.M.; MORAIS, J.A.; ALMEIDA, A.J. (An isocratic LC method for the simultaneous determination of vitamins A, C, E and beta-carotene. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 21, n. 2, p. 399-406, 1999.
- PELISSARI, F.M.; RONA, M.S.S.; MATIOLI, G. O licopeno e suas contribuições na prevenção de doenças. **Arquivos do Mudi**, v.12, n.1, p. 5-11, 2008.
- PEREIRA, Z.R.F. Efeito hipoglicêmico da fibra do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) em ratos diabéticos. Tese de mestrado. Manaus, Universidade do Amazonas, p. 63, 2001.
- PERSIC, M.; MIKULIC-PETKOVSEK, M.; SLATNAR, A.; VEBERIC, R. Chemical composition of apple fruit, juice and pomace and the correlation between phenolic content, enzymatic activity and browning. **LWT - Food Science and Technology**, v. 82, n. 1, p 23-31, 2017.
- PETRUZZIELLO, L.; IACOPINI, F.; BULAJIC, M.; SHAH, S.; COSTAMAGNA, G. Uncomplicated diverticular disease of the colon. **Alimentary Pharmacology & Therapeutics**, v. 23, p. 1379-1391, 2006.
- PIRES, A.M.B.; SILVA, P.S.; NARDELLI, P.M.; GOMES, J.C.; RAMOS, A.M. Caracterização e processamento de cubiu (*Solanum sessiliflorum*). **Revista Ceres**, v. 53, n. 307, p. 309-316, 2006.
- POIROUX-GONORD; BIDEI, L.P.; FANCIULLINO, A.L.; GAUTIER, H.; LAURI-LOPEZ, F.; URBAN, L. Health Benefits of Vitamins and Secondary Metabolites of Fruits and Vegetables and Prospects To Increase Their Concentrations by Agronomic Approaches. **Journal of Agricultural and food Chemistry**, v. 58, p. 12065 – 12082, 2010.
- POST, R.E.; MAINOUS, A.G.; KING, D.E.; SIMPSON, K.N. Dietary Fiber for the Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus: A Meta-Analysis. **JABFM**, n. 25, 2012.
- RAMALHO, V.C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Revista Química Nova**, v. 29, n. 4, São Paulo, 2006.
- RAWSON, A.; PATRAS, A.; TIWARI, B.K.; NOCI, F.; KOUTCHMA, T.; BRUNTON, N. Effect of thermal and non-thermal processing technologies on the bioactive content of exotic fruits and their products: Review of recent advances. **Food Research International**, n. 44, p. 1875-1887, 2011.
- RAYMAN, M.P. Selenium and human health, **Lancet**, n. 379, p. 1256-1268, 2012.
- RIGANO, M. M.; DE GUZMAN, G.; WALMSLEY, A.M.; FRUSCIANTE, L.; BARONE, A. Production of pharmaceutical proteins in Solanaceae food crops. **International Journal of Molecular Sciences**, n. 14, p. 2753-2773, 2013.
- RIPOLL, J.; URBAN, L.; BRUNEL, B.; BERTIN, N. Water deficit effects on tomato quality depend on fruit developmental stage and genotype. **Journal of Plant Physiology**, n. 15, p. 190:26-35, 2016.
- RODRIGUES, E., MARIUTTI, L.R.B E MERCADANTE, A.Z. Carotenoids and Phenolic Compounds from *Solanum sessiliflorum*, an Unexploited Amazonian Fruit, and Their Scavenging Capacities against Reactive Oxygen and Nitrogen Species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 61, 12, 3022-3029, 2013.
- ROSSET, P.; MARTÍNEZ M.E. Soberania Alimentaria: reclamo mundial del Movimiento Campesino. 2004. Disponível em: <www.cerai.es/fmra/archivo/rosset2/pdf.>. Acesso em: 09 maio 2017.
- RUFINO, M. S. M., FERNANDES, F.A.N., ALVES, R.E., BRITO, E.S. Free radical-scavenging behaviour of some north-east Brazilian fruits in a DPPH system. **Food Chemistry**, v. 114, n. 2, p. 693- 695, 2009.
- RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; PÉREZ-JIMPENEZ J.; SAURA, C.F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidante capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brasil. **Food Chemistry**, n. 121, p. 996-1002, 2010.
- SAINI, R.K.; NILE, S.H.; PARK, S.W. Carotenoids from fruits and vegetables: Chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. **Food Research International**, v. 76, n. 3, p. 735-750, 2015.
- SALEHI, M.; YOUSEFINEJAD, A.; PISHDAD, G. The effect of a diet education with six iso-caloric meals on the body weight and blood glucose of diabetes type 2 patients. **Food Science and Technology**, v. 32, n. 2, p. 329-333, 2012.
- SALGADO, J.M.; BOMBARDE, T.A.D.; MANSI, D.N.; PIEDADE, S.M.S.; MELETTI, L.M.M. Effects of different concentrations of passion fruit peel (*Passiflora edulis*) on the glicemic control in diabetic rat. **Food Science and Technology**, v. 30, n. 3, p. 784-789, 2010.
- SANDOVAL, M.A.P. Efecto in vitro del extracto de solanum sessiliflorum “cocona ” sobre el crecimiento de helicobacter pylori. **Ciencia e Investigación**, v. 13, n. 1, p. 30-33, 2010.
- SÁNCHEZ-PÉREZ, E.M.; IGLESIAS, M.J.; LÓPEZ-ORTIZ, F.; SÁNCHEZ-PÉREZ, L.; MARTÍNEZ-GALERA, M. Study of the suitability of HRMAS NMR for metabolic profiling of tomatoes: Application to tissue differentiation and fruit ripening. **Food Chemistry**, n. 122, p. 877-887, 2010.
- SÁNCHEZ-PÉREZ, E.M.; GARCÍA-LÓPEZ, J.; IGLESIAS, M.J.; LÓPEZ-ORTIZ, F.; TORESANO, F.; CAMACHO, F. HRMAS-nuclear magnetic resonance spectroscopy characterization of tomato “flavor varieties” from Almería (Spain). **Food Research International**, n. 44, p. 3212-3221, 2011.

TROPICOS. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx?name=SOLANUM+SESSILIFLORUM+DUNAL&commonname=>>>. Acesso em 03 de agosto de 2016.

UROOJ, A.; PUTTRA, J.S. Digestibility index and factors affecting rate of starch digestion in vitro in conventional food preparation. *Starch/Staerke, Journal Nahrung/Food*, n. 51, p. 430-435, 1999.

VANDEBROEKA, I.; VAN DAMME, P.; VAN PUYVELDE, L.; ARRAZOLA, S.; DE KIMPED, N. A comparison of traditional healers' medicinal plant knowledge in the Bolivian Andes and Amazon. *Social Science & Medicine*, n. 59, p. 837-849, 2004.

VIEIRA, R.C.S.; FERREIRA, H.S. Prevalência de anemia em crianças brasileiras, segundo diferentes cenários epidemiológicos. *Revista de Nutrição*, v. 23, n.3, 2010.

VILLACHICA, H. Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). In: VILLACHICA, H. Frutales y hortalizas promisorios del Amazonas. Lima: **Secretaria Pro-Tempore**, p. 98-102, 1996.

WHO/UNICEF/ONU. Iron Deficiency Anaemia: Assessment, Prevention and Control. A Program from Programme Managers WHO/NHD/01.3, Geneva, 2001.

WONG, D.W.S. Química de los alimentos: mecanismos y teoría. Zaragoza: **Editorial Acribia S.A.** p.165-215, 1995.

WU, R.; FREI, B.; KENNEDY, J.A.; ZHAO, Y. Effects of refrigerated storage and processing technologies on the bioactive compounds and antioxidant capacities of 'Marion' and 'Evergreen' blackberries. *LWT - Food Science and Technology*, n. 43, p. 1253- 1264, 2010.

YAHIA, E. M.; DE LA ROSA, L.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZÁLEZ-AGUILA, G.A. The Contribution of Fruit and Vegetable Consumption to Human Health. Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability. **Hoboken: Wiley-Blackwell**, p. 3-5, 2010.

YUYAMA, L. K. O. et al. Estudo da influencia do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) sobre a concentração sérica de glicose. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, v. 64, n. 2, p. 232-236, 2005.

YUYAMA, K.L.O.; MACEDO, S.H.M.; AGUIAR, J.P.L.; FILHO, D.S.; YUYAMA, K., FÁVARO, D.I.T.; VASCONCELLOS, M.B.A. Quantificação de macro e micro nutrientes em algumas ernoviedades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). *Acta Amazonica*, 37, 3, 425-30, 2007.

YUYAMA, L.K.O.; PANTOJA, L.; MAEDA, R.N.; AGUIARJ.P.L.; SILVA, S.B. Desenvolvimento e aceitabilidade de geleia dietética de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 4, p. 929-934, 2008.

- SANTOS, M.; JÚNIOR, F.M.R.S.; MUCCILLO-BAISCH, A.L. Selenium content of Brazilian foods: A review of the literature values. **Journal of Food Composition and Analysis**, n. 58, p. 10-15, 2017.
- SALVADOR, J.T.; CARVALHO, T.C.; LUCCHES, L.A.C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.
- SCHNEIDER, S. A. Pluriatividade na Agricultura Familiar. Porto Alegre: **UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande**, p. 253, 2003.
- SCHUELTER, A.R. Grunvald, A.K, Amaral, A.T Jr, da Luz, C.L, Luz, C.L, Gonçalves, L.M, Stefanello, S, & Scapim, C.A. In vitro regeneration of cocona (*Solanum sessiliflorum*, *Solanaceae*) cultivars for commercial production. **Genetics and Molecular Research**, 8,963-975, 2009.
- SCHULZ, M.; LIESE, A.D.; MAYER-DAVIS, E.J.; D'AGOSTINO, R.B JR.; FANG, F.; SPARKS, K.C.; WOLEVER, T.M. Nutritional correlates of dietary glycaemic index: new aspects from apopulation perspective. **British Journal of Nutrition**, v. 94, n. 3, p. 397-40, 2005.
- SCHWINGSHACKL, L.; HOBL, L. P.; HOFFMANN, G. Effects of low glycaemic index/low glycaemic load vs. high glycaemic index/ high glycaemic load diets on overweight/ obesity and associated risk factors in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. **Nutrition Journal**, 2015.
- SEQUI, S.J.M. Androgenesis in Solanaceae (2016). **Methods in Molecular Biology**, 1359, 209-44.
- SHAHIDI, F. Natural antioxidants: an overview. In: ShahidiF. Natural Antioxidants: chemistry, health effects, and applications. New foundl and: **Aocs**; p.1-11. 1996.
- SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. "Revisiting the Polar Paradox Theory: A Critical Overview." **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 8, p. 3499-3504, 2011.
- SHASHIREKHA, M.N.; MALLIKARJUNA, S.E.; RAJARATHNAM, S. Status of bioactive compounds in foods, with focus on fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 55, n. 10, p. 1324-39, 2015.
- SHEPHERD, G.J. Plantas terrestres. In. Lewinsohn, T.M. (org.). Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira. Série Biodiversidade, n. 15, p. 145–192, 2005.
- SIES, H.; STAHL, W. Vitamins E and C, b-carotene, and other carotenoids as antioxidants. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 62, n. 6, p.1315-1321, 1995.
- SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolydic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, 16, 3, 144-158, 1965.
- SILVA, F.M.; MELLO, V.D.F. Índice glicêmico e carga glicêmica no manejo do diabetes melito. **Revista do Hospital das Clínicas de Porto Alegre – HCPA**, v. 26, n. 2, p. 73-81, 2006.
- SILLA, L.M.; ZELMANOWICZ, A.; MITO, I.; MICHALOWSKI, M.; HELLWING, T.; SHILLING, M.A.; FRIEDRISCH, J.R.; BITTAR, C.M.; ALBRECHT, C.A.M.; SCAPINELLO, E.; CONTI, C. High prevalence of anemia in children and adult women in an urban population in southern Brazil. **PLOS ONE**, v. 8, n. 7, p. 68805, 2013.
- SILVA, F.D.F. Discriminação de etnovarietades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal, *Solanaceae*) da Amazônia, com base em suas características morfológicas e químicas. Tese de Doutorado, INPA/UFAM, Manaus, AM, Brasil, 2002.
- SILVA, F. D. F.; NODA, H.; YUYAMA, K.; YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; MACHADO, F. M. Cubiu (*Solanum sessiliflorum*, Dunal): A medicinal plant from Amazonia in the process of selection for cultivation in Manaus, Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, n. 5, p.65-70, 2003.
- SILVA, F.D.F.; MACHADO, F.M.; NODA, H.; YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; SOUZA, V.G. Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal): Aspectos agronômicos e nutricionais. **INPA**, Manaus, AM, p. 39, 2012.
- SILVA,D.F.P; ROCHA, R.H.C; SALOMÃO, L.C.C. Postharvest quality of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) stored under ambient condition. **Revista Ceres, Viçosa**, v. 58, n.4, p. 476-480, 2011.
- SILVA, L.M.R.; TEIXEIRA, F.E.A.; SILVA, R.N.M.; PINTO, V.I.G.; WILANE, F.R.; BRASIL, I.M.; GOMES, C.L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, 15, n. 143, p. 398-404, 2014.
- SILVA, E.B.; RAPOSO, M.C.M.; CONCEIÇÃO, M.M.; SANTOS, V.O. Capacidade antioxidante de frutas e hortaliças. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 5, p. 93 - 98, 2015.
- STADLMAYR, B.; NILSSON, E.; MOUILLE, B.; MEDHAMMAR, E.; BURLINGAME, B.; CHARRONDIÈRE, R. Nutrition indicator for biodiversity on food composition—A report on the progress of data availability. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. 4, p. 692-698, 2011.
- STAHL, T.; TASCHA, H.; BRUNN, H. Aluminium content of selected foods and food products. **Environmental Sciences Europe**, n. 23, p. 37, 2011.
- ŠVECOVÁ, B.; BORDOVSKÁ, M.; KALVACHOVÁ, D.; HÁJEK, T. Analysis of Czech meads: Sugar content, organic acids content and selected phenolic compounds content. **Journal of Food Composition and Analysis**, n. 38, p. 80-88, 2015.
- SZWARCWALD, C.L.; JÚNIOR, P.R.B.S.; DAMACENA, S.N.; ALMEIDA, W.S.; MALTA, D.C.; STOPA, S.R.; VIEIRA, N.L.F.P.; PEREIRA, A.Z. Recommendations and practice of healthy behaviors among patients with diagnosis and diabetes in Brazil: National Health Survey (PNS). **Revista Brasileira de Epidemiologia**, n. 2, p. 132-45, 2015.
- TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA – ÚNICA MP. 4. ed. **Revista e ampliada**. Campinas: NEPA- UNICAMP, 161, 2011.
- THOMSON, B.M.; VANNOORT, R.W.; HASLEMORE, R.M. Dietary exposure and trends of exposure to nutrient elements iodine, iron, selenium and sodium from the 2003-4 New Zealand Total Diet Survey. **British Journal of Nutrition**, n. 99, p. 614-625, 2008.
- TOLEDO, A.; BURLINGAME, B. Biodiversity and nutrition: A common path toward global food security and sustainable development. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n 6-7, p. 477-483, 2006.